



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
UNIVERSIDADE RURAL DE PERNAMBUCO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**FARELO DE GIRASSOL EM SUBSTITUIÇÃO AO FARELO DE SOJA  
NA DIETA DE VACAS EM LACTAÇÃO**

**ANTÔNIO DA COSTA PINHEIRO**  
Zootecnista

**AREIA – PB**  
Agosto, 2019

**ANTÔNIO DA COSTA PINHEIRO**

**FARELO DE GIRASSOL EM SUBSTITUIÇÃO AO FARELO DE SOJA NA  
DIETA DE VACAS EM LACTAÇÃO**

Tese apresentada ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba, Universidade Federal Rural de Pernambuco e Universidade Federal do Ceará, como requisito para a obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

Área de Concentração: Nutrição Animal

**Comitê de Orientação:**

Prof. Dr. Severino Gonzaga Neto – CCA/UFPB (Principal)

Prof. Dr. Ricardo Dias Signoretti – APTA Regional/Colina-SP

AREIA – PB

Agosto, 2019

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

P654f Pinheiro, Antonio da Costa.

Farelo de girassol em substituição ao farelo de soja na dieta de vacas em lactação / Antonio da Costa Pinheiro. - Areia - PB, 2019.  
82 f. : il.

Orientação: Severino Gonzaga Neto.  
Coorientação: Ricardo Dias Signoretti.  
Tese (Doutorado) - UFPB/CCA.

1. Bovinocultura. 2. Coprodutos. 3. Fontes de nitrogênio. 4. Nutrição. I. Gonzaga Neto, Severino. II. Signoretti, Ricardo Dias. III. Título.

UFPB/CCA-AREIA



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**PARECER DE DEFESA DO TRABALHO DE TESE**

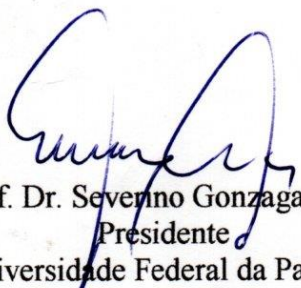
**TÍTULO: “FARELO DE GIRASSOL EM SUBSTITUIÇÃO AO FARELO DE SOJA NA DIETA DE VACAS EM LACTAÇÃO”**

**AUTOR: ANTÔNIO DA COSTA PINHEIRO**

**ORIENTADOR: Prof. Dr. Severino Gonzaga Neto**

**JULGAMENTO**

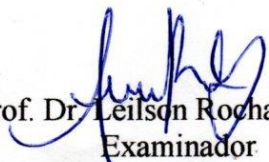
**CONCEITO: APROVADO**  
**EXAMINADORES:**



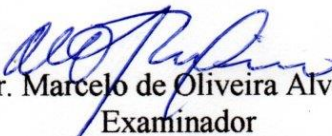
Prof. Dr. Severino Gonzaga Neto  
Presidente  
Universidade Federal da Paraíba



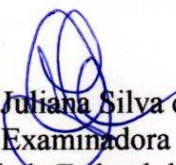
Prof. Dr. Airon Aparecido Silva de Melo  
Examinador  
Universidade Federal Rural do Pernambuco



Prof. Dr. Leilson Rocha Bezerra  
Examinador  
Universidade Federal de Campina Grande



Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Alves Rufino  
Examinador  
Universidade Federal da Paraíba



Profª. Dra. Juliana Silva de Oliveira  
Examinadora  
Universidade Federal da Paraíba

Areia, 30 de agosto de 2019

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus pais, Fernando e Severina, pelo apoio e incentivo para a realização deste curso.

Aos meus irmãos pelo carinho e convivência durante o período do curso.

A minha esposa, Victória Rhégia, pelo indispensável auxílio durante o curso e realização da pesquisa, pelo amor recebido e pelo companheirismo nos momentos mais difíceis.

Aos demais parentes, pela preocupação, pela torcida e pelos conselhos ao longo desses anos.

## AGRADECIMENTOS

.....  
*Ao professor Dr. Severino Gonzaga Neto, pela orientação, amizade e confiança em meu trabalho.*

*Aos pesquisadores da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios da Alta Mogiana (APTA), Colina/SP, em especial ao Dr. Ricardo Signoretti e a Dra. Regina Grizotto, pela grande contribuição para a realização desta pesquisa.*

*Ao professor Dr. Walter Esfrain (CCA/UFPB), pela paciência, ensinamentos e apoio durante a realização da análise estatística dos dados.*

*Aos amigos funcionários da APTA, Marcelo, Thais Brait, Sr. Milton, Sr. João, Marquinho, Tonhozinho, Luizinho, Toga, os senhores foram peças-chave na realização deste trabalho, meu muito obrigado!*

*Aos colegas de moradia na APTA durante a execução do experimento, Rennan, Felipe, Verônica, Naiara e tantos outros, que fizeram da estadia na APTA um grande momento de confraternização com bastante churrasco.*

*A companheira de experimento Jennifer Nandes, pela dedicação e bons momentos durante a condução das atividades de pesquisa.*

*Aos funcionários e alunos do setor de Bovinocultura de Leite do CCA/UFPB.*

*Aos funcionários do Laboratório de Análise de Alimentos do CCA-UFPB, pelo apoio nas análises laboratoriais.*

*A todos os colegas de turma, pelos ensinamentos e momentos de descontração.*

*Aos funcionários do PPGZ, D. Carmen e Sr. Damião.*

*A CAPES, pelo apoio financeiro através da concessão da bolsa de estudo.*

***Obrigado a todos que, pelo momento, não foram citados, mas que contribuíram a sua maneira para a realização deste trabalho.***

.....

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**ANTÔNIO DA COSTA PINHEIRO** – Nascido no município de Areia - PB, no dia 16 de fevereiro de 1990, concluiu o Ensino Fundamental em 2008, na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio “Ministro José Américo de Almeida”, na cidade de Areia-PB. Em 2009, ingressou no curso de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, formando-se em Bacharel em Zootecnia em 2014. Quando acadêmico do curso, participou de projetos de pesquisas nas áreas de produção Animal, Bioclimatologia e Etologia Animal, na condição de aluno bolsista de iniciação científica. Em março de 2014, ingressou no curso de Mestrado em Zootecnia do Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba, o qual concluiu em fevereiro de 2016. Enquanto aluno do curso de Mestrado, realizou pesquisas com vacas mestiças (Holandês x Zebu) lactantes, avaliando a influência do teor de tanino no comportamento ingestivo e consumo de água. Em março de 2016, ingressou no Curso de Doutorado do Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba, desenvolvendo pesquisa na Agência Paulista de Tecnologia de Agronegócios – APTA, Colina/SP, na área de Nutrição de Bovinos Leiteiros, tendo apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES.

“Desistir...

Eu já pensei seriamente nisso,  
mas nunca me levei realmente a sério,  
é que tem mais chão nos meus olhos  
do que o cansaço nas minhas pernas,  
mais esperança nos meus passos,  
do que tristeza nos meus ombros,  
mais estrada no meu coração  
do que medo na minha cabeça,  
e assim vou seguindo em frente.”

Cora Coralina



## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS – Capítulo II .....	x
LISTA DE TABELAS – Capítulo III.....	xi
RESUMO GERAL .....	12
GENERAL ABSTRACT.....	14
 CAPÍTULO I – Referencial Teórico – Utilização do farelo de girassol na alimentação de ruminantes .....	16
Introdução .....	17
Nutrição proteica para vacas leiteiras .....	18
Girassol e seu potencial para o uso na alimentação de ruminantes.....	25
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	30
 CAPÍTULO II - Desempenho e composição do leite de vacas alimentadas com farelo de girassol em substituição ao farelo de soja .....	37
RESUMO.....	38
ABSTRACT .....	39
INTRODUÇÃO.....	40
MATERIAL E MÉTODOS.....	42
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
CONCLUSÕES .....	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA .....	54
 CAPÍTULO III - Síntese de proteína microbiana e balanço de nitrogênio de vacas em lactação alimentadas com farelo de girassol em substituição ao farelo de soja .....	58
RESUMO.....	59
INTRODUÇÃO.....	61
MATERIAL E MÉTODOS.....	63
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	70
CONCLUSÃO.....	77
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICA .....	78

## LISTA DE TABELAS – Capítulo II

<b>Tabela 1.</b> Composição bromatológica dos ingredientes das dietas experimentais, g/kg de MS .....	43
<b>Tabela 2.</b> Proporção dos ingredientes e composição nutricional das dietas experimentais .....	43
<b>Tabela 3.</b> Consumo de matéria seca, matéria orgânica e nutrientes de vacas lactantes submetidas a dietas com diferentes proporções de farelo de girassol em substituição ao farelo de soja .....	48
<b>Tabela 4.</b> Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca e nutrientes de vacas em lactação submetidas a dietas com diferentes proporções de farelo de girassol em substituição ao farelo de soja. ....	50
<b>Tabela 5.</b> Produção e composição do leite e eficiência alimentar de vacas submetidas a dietas com diferentes proporções de farelo de girassol em substituição ao farelo de soja .....	51

## LISTA DE TABELAS – Capítulo III

<b>Tabela 1.</b> Composição bromatológica dos ingredientes das dietas experimentais, g/kg de MS.....	64
<b>Tabela 2.</b> Proporção dos ingredientes e composição nutricional das dietas experimentais .....	65
<b>Tabela 3.</b> Volume urinário (VUr), excreção diária de creatinina (CrUr), ácido úrico (AcU), ureia (UUr), nitrogênio uréico (NUUr), alantoína na urina (AlaUr) e no leite (AlaL), derivados de purinas (DPt), purinas absorvidas (Pabs), estimativa de síntese de nitrogênio (SNmic) e proteína (SPMic) microbiana, e eficiência de síntese de proteína microbiana (ESPB), de vacas em lactação submetidas a dietas com diferentes proporções de farelo de girassol em substituição ao farelo de soja .....	72
<b>Tabela 4.</b> Consumo, excreção e balanço de nitrogênio, em g/dia, de vacas em lactação submetidas a dietas com diferentes proporções de farelo de girassol em substituição ao farelo de soja .....	75
<b>Tabela 5.</b> Concentrações séricas de N-uréico, ureia e glicose de vacas em lactação submetidas a dietas com diferentes proporções de farelo de girassol em substituição ao farelo de soja .....	77

PINHEIRO, Antônio da Costa. Universidade Federal da Paraíba, agosto de 2019. **Farelo de girassol em substituição ao farelo de soja na dieta de vacas em lactação.** Orientador: Dr. Severino Gonzaga Neto – Departamento de Zootecnia, CCA/ UFPB; Coorientador: Dr. Ricardo Dias Signoretti – APTA Regional/Colina-SP.

## RESUMO GERAL

Objetivou-se avaliar os efeitos da inclusão do farelo de girassol em substituição ao farelo de soja na dieta de vacas em lactação sobre o consumo e digestibilidade da matéria seca e nutrientes, produção e composição do leite, eficiência alimentar, síntese de proteína microbiana, parâmetros sanguíneos (concentração de glicose, ureia e nitrogênio uréico) e balanço de nitrogênio. Foram utilizadas doze vacas mestiças, Holandês x Gir, com produção média inicial de  $28 \pm 2,7$  kg de leite/dia, distribuídas em um delineamento quadrado latino 4 x 4 triplo, com quatro períodos de 17 dias cada (sendo dez dias para adaptação dos animais à dieta e sete dias para coleta de dados e amostras). As vacas receberam dietas compostas por 50% de silagem de milho e 50% de concentrado (com base na matéria seca - MS). As dietas consistiram de níveis crescentes de farelo de girassol (0%, 33%, 67% e 100%) em substituição ao farelo de soja com base na matéria seca. As dietas não influenciaram ( $P > 0,05$ ) os consumos de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), matéria mineral (CMM), proteína bruta (CPB) e nutrientes digestíveis totais (CNDT). O consumo de carboidratos não-fibrosos (CCNF) diminuiu, enquanto que, o consumo de extrato etéreo (CEE) e fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína (CFDN<sub>cp</sub>) aumentaram em kg/dia e em %PV, de acordo com o aumento no nível de farelo de girassol nas dietas. Os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, PB, MO, FDN<sub>cp</sub> e CNF não foram alterados ( $P > 0,05$ ) em função das dietas. A produção de leite (26,37 kg/dia) e os teores e quantidades de proteína, lactose, sólidos totais (ST), extrato seco desengordurado (ESD) e o teor de nitrogênio uréico no leite (NUL) e a eficiência alimentar (EA), não foram alterados ( $P > 0,05$ ) em função das dietas. A produção de leite corrigida para 4% de gordura e o teor e a quantidade de gordura no leite foram influenciados ( $P < 0,05$ ) de forma linear pelas dietas utilizadas. Os níveis de substituição do farelo de soja por farelo de girassol nas dietas não influenciaram ( $P > 0,05$ ) a estimativa do volume urinário, assim como, as excreções dos derivados de purinas, a síntese de compostos nitrogenados e a eficiência de síntese de proteína microbiana. A quantidade de nitrogênio ingerido e digerido não apresentaram influência dos tratamentos

( $P>0,05$ ), assim como, a quantidade de nitrogênio excretado via urina, fezes e leite. O balanço de nitrogênio não foi influenciado pelos tratamentos ( $P>0,05$ ). A concentração sérica de nitrogênio uréico, ureia e glicose não foram influenciadas ( $P>0,05$ ) pelos tratamentos. Porém, a concentração de glicose foi influenciada ( $P<0,05$ ) pelos tempos de coletas, apresentando maiores concentrações sanguíneas quatro horas após o início da alimentação. O farelo de girassol pode substituir em até 100% o farelo de soja na alimentação de vacas em lactação.

**Palavras-chave:** bovinocultura, coprodutos, fontes de nitrogênio e nutrição.

PINHEIRO, Antônio da Costa. Universidade Federal da Paraíba, august 2019. **Sunflower meal replacing soybean meal in the diet of lactating cows.** Advisor: Dr. Severino Gonzaga Neto – Departamento de Zootecnia, CCA/ UFPB; Co-Advisor: Dr. Ricardo Dias Signoretti – APTA Regional/Colina-SP.

### GENERAL ABSTRACT

The objective was to evaluate the effects of inclusion of sunflower meal replacing soybean meal in the diet of lactating cows on intake and digestibility of dry matter and nutrients, production and milk composition, feed efficiency, microbial protein synthesis, blood parameters (glucose concentration, urea and urea nitrogen) and nitrogen balance. Twelve Holstein x Gir mixed cows were used, with an initial average production of  $28 \pm 2.7$  kg of milk / day, were distributed in a 4 x 4 triple Latin Square design, with four periods of 17 days each (ten days for adaptation of the animals to the diet and seven days for data collection and samples). The cows received diets composed of 50% corn silage and 50% concentrate (based on dry matter - MS). The diets consisted of increasing levels of sunflower meal (0%, 33%, 67% and 100%) replacing soybean meal (based on dry matter - MS). Diets did not influence ( $P > 0.05$ ) the intake of dry matter (CMS), organic matter (CMO), mineral matter (CMM), crude protein (CPB) and total digestible nutrients (CNDT). The consumption of non-fibrous carbohydrates (CNFC) decreased, while consumption ether extract the (CEE) and neutral detergent fiber corrected for ash and protein (CNDFap) increased kg / day and %PV in accordance with the increase in sunflower meal level in the diets. The apparent digestibility coefficients of DM, CP, OM, NDFcp and CNF were not altered ( $P > 0.05$ ) in function of the diets. However, the apparent digestibility coefficient of EE increased ( $P < 0.05$ ) according to the increase in the level of sunflower meal insertion in the diets. The milk yield (26.37 kg/day) and the contents and quantities in milk protein, lactose, total solids (TS), nonfat dry extract (ESD) and urea nitrogen (MUN) and feed efficiency (EA) were not altered ( $P > 0.05$ ) in function of the diets. Milk yield corrected for 4% fat and milk fat content and amount were linearly influenced ( $P < 0.05$ ) by the diets used. Levels of soybean meal replacement by sunflower meal in the diets did not influence ( $P > 0.05$ ) the estimated urinary volume ( $\hat{Y} = 21.52$  L/day), as well as the excretion of purine derivatives, synthesis of nitrogenous compounds and the efficiency of microbial protein synthesis. The amount of nitrogen ingested and digested showed no influence of treatments ( $P < 0.05$ ), as well as the amount of nitrogen

excreted via urine, feces and milk. Nitrogen balance was not influenced by treatments ( $P > 0.05$ ). The serum concentration of urea nitrogen, urea and glucose were not influenced ( $P > 0.05$ ) by the treatments. However, glucose concentration was influenced ( $P < 0.05$ ) by collection times, presenting higher blood concentrations 4 hours after the beginning of feeding. Sunflower meal may be the main protein source, substituting up to 100% soybean meal in lactating cows.

**Keywords:** cattle, co-product, nitrogen sources and nutrition

## **CAPÍTULO I**

---

### **REFERENCIAL TEÓRICO: UTILIZAÇÃO DO FARELO DE GIRASSOL NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES**



# UTILIZAÇÃO DO FARELO DE GIRASSOL NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES

## INTRODUÇÃO

O farelo de soja é um dos principais ingredientes utilizados na alimentação animal com a finalidade de suprir ou corrigir deficiências proteicas nas dietas, sobretudo para vacas em lactação. A utilização desse ingrediente se destaca por vários motivos, dentre esses, temos o valor biológico de sua proteína, que apresenta um perfil aminoacídico semelhante ao exigido pelos animais para síntese de proteína muscular e do leite. No entanto, mesmo o Brasil sendo um dos maiores produtores mundial de soja, o valor de aquisição do coproduto farelo de soja é elevado, o que tem elevado os custos de produção na pecuária nacional, reduzindo as margens de lucro dos produtores (SILVA et al., 2009).

Nesse sentido, pesquisas visando a utilização de ingredientes alternativos para substituir o farelo de soja na alimentação animal, sem reduzir a produção é essencial para que os produtores continuem na atividade (SOUZA et al., 2016; GONÇALVES et al., 2014). Assim, o uso de coprodutos da agroindústria tem recebido atenção especial, principalmente pelo baixo custo de aquisição em determinadas regiões e épocas do ano, e pela qualidade nutricional de seus compostos nitrogenados (SILVA et al., 2009; ABDALLA et al., 2008), se tornando potenciais ingredientes para serem utilizados na alimentação animal.

Dentre as alternativas, o beneficiamento de produtos da agroindústria alimentícia e do biodiesel produzem certos resíduos (tortas e farelos) que contribuem como alternativas viáveis para serem utilizados dentro dos sistemas de produção animal, sobretudo de ruminantes. Nos últimos anos, o interesse por oleaginosas com potencial para a produção de biodiesel está sendo intensificado, dentre elas destaca-se a cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.) (GOES et al., 2010). Em franco crescimento produtivo, a cultura do girassol possibilitou a instalação de grandes empresas de extração de óleo localizadas em diversas regiões do país, gerando consideráveis quantidades de farelos e tortas com elevado potencial para utilização na alimentação de ruminantes.

No entanto, esses coprodutos oriundos da extração do óleo de fontes não-tradicionais para alimentação animal, não passam por processo de agregação de valor principalmente pelo desconhecimento das potencialidades nutricionais, econômicas e possível toxidez (GOES et al., 2010). Assim, a variabilidade no conteúdo de nutrientes é

maior para esses coprodutos que para os alimentos convencionais, necessitando que sejam feitas análises frequentes de sua composição química e de parâmetros nutricionais e produtivos para melhor compreensão dos resultados (PEREIRA et al., 2011) quando esses são inseridos na alimentação animal.

Um aspecto inerente ao farelo de girassol, como potencial ingrediente a ser incluído em rações para ruminantes, consiste no seu significativo valor proteico de alta degradação ruminal. Lima et al. (2013); Cleff et al. (2011) e Mendes et al. (2005), trabalhando com farelo de girassol na dieta de bovinos, citam em termos de teor proteico, valores correspondendo a 30,93; 32,60 e 33,1% de PB na MS, respectivamente, caracterizando-o como possível substituto, em parte ou em sua totalidade, ao farelo de soja na dieta de ruminantes.

A constante busca por ingredientes alternativos para a alimentação de ruminantes leva a diversas investigações, como na atuação desses ingredientes na dinâmica da fermentação e digestão ruminal diante dos processos produtivos ao qual estão envolvidos na nutrição animal, para que ocorra um constante equilíbrio do ambiente ruminal, mantendo-o em condições adequadas de osmolaridade, pH e potencial redox, para o crescimento e metabolismo microbiano (BERCHIELLI et al., 2006) de forma que venha atender as exigências nutricionais dos animais, principalmente de proteína e energia.

Contudo, a formulação de rações utilizando ingredientes alternativos devem ser eficientes, seguras e econômicas, permitindo aumentos na eficiência produtiva, ou manter o mesmo desempenho produtivo de animais alimentados com dietas tradicionais, além de manter a margem de lucro do produtor. Neste sentido, verificam-se lacunas na nutrição de ruminantes sobretudo para vacas em lactação, no que diz respeito a utilização do farelo de girassol, coproduto oriundo do beneficiamento da semente de girassol, sobre a composição e quantidade ideal de sua inserção nas dietas para esta categoria sob condições de sistema intensivo de criação, e seus efeitos no desempenho produtivo e eficiência de utilização da porção nitrogenada desse ingrediente por esses animais.

### **Nutrição proteica de vacas leiteiras**

Na criação de bovinos para a produção de leite em condições de clima Tropical, como é o caso do Brasil, dependendo do sistema de criação, existem carências da participação de diversos nutrientes presentes na dieta desses animais. Dentre esses nutrientes essenciais, depois do nível energético a proteína é o principal nutriente

limitante, para o desenvolvimento das funções metabólicas dos ruminantes (PAIVA et al., 2013), interferindo no desenvolvimento corporal e desempenho produtivo e reprodutivo dos animais, gerando perdas econômicas ao produtor, em especial quando não ocorre o correto balanceamento de sua participação nas dietas.

Como forma de prevenir ou minimizar os efeitos causados pelo desbalanço do nível de proteína nas dietas, em determinados casos, tem se recomendado a utilização de suplementos produzidos com a participação de ingredientes (coprodutos) advindos da agroindústria de alimentos e do biodiesel, ou mesmo, a utilização de fontes de nitrogênio não proteico (ureia) em determinadas épocas do ano, tendo dessa forma, o suprimento das exigências de proteína e a diminuição dos custos com a alimentação dos animais.

Na escolha dos ingredientes para a produção desses suplementos é importante considerar que o metabolismo proteico de ruminantes é complexo, e envolve vários fatores importantes como a taxa de degradação da proteína no rúmen, a utilização de amônia pelos microrganismos ruminais, a síntese de proteína microbiana, a qualidade da proteína não-degradada no rúmen e a fonte de carboidratos não-estruturais (CASTAÑEDA et al., 2009). Todos esses fatores devem ser combinados para atender plenamente as exigências de manutenção e produção dos animais, permitindo a expressão de seu potencial genético.

O suprimento de proteína em quantidade e qualidade, observando suas relações com os demais nutrientes dietéticos é muito importante, pois a proteína é considerada um dos principais componentes nutricionais limitantes em dietas para ruminantes, além de se constituírem como os ingredientes mais onerosos na formulação de dietas para vacas lactantes, devido à elevada quantidade exigida pelos animais e ao elevado custo de aquisição de mercado (ALVES et al., 2010), como é o caso do farelo de soja. No entanto, através da avaliação da influência de substituição total ou parcial de determinados ingredientes, em relação aos tradicionalmente empregados nas dietas, nos processos de fermentação da proteína microbiana ruminal, desempenho produtivo e nos produtos resultantes do metabolismo de compostos nitrogenados, podem consistir em indicadores da eficiência de utilização da proteína dietética pelos ruminantes, podendo ser empregados na elaboração de planos nutricionais como forma de minimizar custos de produção.

Em ruminantes, as exigências proteicas são atendidas em grande parte pela absorção de aminoácidos advindos da degradação do alimento ou da dieta ingerida, a qual compreende a proteína que é degradada no rúmen (PDR), sendo esta resultante da atuação

de enzimas específicas (proteases, peptidases e deaminases) secretadas pelos microrganismos presentes no rúmen, principalmente bactérias, resultando em produtos como peptídeos, aminoácidos e amônia, que são utilizados pelos microrganismos para a síntese de proteína e a consequente multiplicação celular (SANTOS, 2006). Com o esgotamento da vida dos microrganismos ruminais se tem a formação da proteína microbiana ruminal, sendo está direcionada as partes seguintes do trato digestório, compreendendo aproximadamente 59% da proteína que chega no intestino delgado (SILVA et al., 2014). A segunda fonte de aminoácidos para ruminantes é a partir da proteína que não é degradada no rúmen (PNDR), ou seja, a porção de proteína bruta do alimento ou da dieta, que resiste à degradação ruminal. Tendo ainda, a proteína endógena presente nas células epiteliais descamadas e nas secreções gástricas e intestinais como parte na contribuição do suprimento de proteína metabolizável para ruminantes (BARBOSA et al., 2006).

Portanto, para que animais de alta capacidade produtiva possam expressar seu potencial genético, é preciso maximizar a eficiência de síntese da proteína microbiana, a qual, segundo o NRC (2001), apresenta um ótimo perfil de aminoácidos e composição pouco variável, muito semelhante ao da proteína dos tecidos e do leite, tidas como padrão, e uma digestibilidade intestinal relativamente constante, em torno de 75 a 85% (KOZLOSKI, 2011), diferente da digestibilidade da proteína residual do alimento, aquela que não sofreu ação dos microrganismos ruminais, que pode ser altamente variável, dependendo do tipo de alimento e processamento empregado. A exemplo, temos o envolvimento de elevadas temperaturas na extração do óleo em sementes de oleaginosas que pode ocasionar ou não, a diminuição na degradabilidade ruminal de componentes do alimento, como a porção proteica (WINTERHOLLER et al., 2009), o que, em algumas situações pode ser considerado uma característica interessante, quando se deseja elevar a quantidade de proteína não degradável no rúmen.

De forma geral, a contribuição da proteína microbiana é uma importante área de estudo na nutrição proteica de ruminantes, devido ao processo de degradação no rúmen está diretamente associada ao desempenho animal (FERREIRA et al., 2009). Existindo uma preocupação e necessidade de balancear as dietas visando fornecer proteína degradada no rúmen (PDR) associada com fontes de energia, para potencializar a produção de proteína microbiana ruminal que é a principal fonte de aminoácidos para ruminantes (ANTUNES, 2017).

Segundo Beran et al. (2007), a energia é o principal composto nutricional para que os microrganismos ruminais apresentem crescimento máximo, no entanto, a fonte e a quantidade de proteína não devem ser desconsideradas. Porque, quando a fermentação da proteína e dos carboidratos dietéticos ocorrem a uma mesma taxa de degradação promove-se melhorias na captura do nitrogênio degradável no rúmen, maximização da síntese de proteína microbiana e, conseqüentemente, aumentos na ingestão de proteína metabolizável (FERREIRA et al., 2009; BERAN et al., 2005). Já a falta de sincronização entre a disponibilidade de energia e a liberação de nitrogênio no rúmen resulta na ineficiente utilização dos substratos fermentáveis, gerando excesso de compostos nitrogenados, como amônia, e redução na síntese de proteína microbiana (NRC, 2001)

Pesquisas que trabalham com a estimativa das exigências de proteína para ruminantes, necessitam da quantificação da proteína que é digerida e absorvida no intestino delgado. Portanto, deve-se diferenciar os compostos nitrogenados de origem microbiana daqueles de origem alimentar que escaparam da degradação ruminal (MENDONÇA et al., 2006).

A disponibilidade de nitrogênio no rúmen, assim como de outros nutrientes, não deve ser limitante para a fermentação microbiana no rúmen (MOTA et al., 2010), uma vez que, a digestibilidade e o consumo dos nutrientes dependem, dentre outros fatores, da fonte e do nível de proteína no rúmen (CLEFF et al., 2011). Para maximizar o aproveitamento da fibra pelos microrganismos é importante a avaliação do nitrogênio disponível para a síntese de proteína microbiana. Devendo-se atentar, ainda, para que o nível deste constituinte nutricional não seja excessivamente elevado, pois, pode levar à intoxicação do animal ou elevar o gasto energético para que ocorra a excreção do excedente na forma de uréia via urina (DOMINGUES et al., 2010), ou nitrogênio uréico via excreção do leite.

Métodos correntes para avaliar a produção de compostos nitrogenados microbianos incluem a utilização de marcadores internos, como bases purinas (RNA) e ácido 2,6 diaminopimélico (DAPA) e marcadores externos, como  $^{15}\text{N}$ ,  $^{32}\text{P}$  e  $^{35}\text{S}$  (SERRANO e SIERRA, 2011; RENNÓ et al., 2008). Em razão destes métodos necessitarem da utilização de animais fistulados e da determinação do fluxo da matéria seca do abomaso, tem havido interesse crescente no desenvolvimento de técnicas não-invasivas para estimar a produção microbiana (OLIVEIRA et al., 2001).

Pesquisas tem confirmado a existência de relação entre a produção de proteína microbiana e a excreção urinária de derivados de purina em bovinos. De acordo com

Oliveira et al. (2007a), métodos baseados na excreção de derivados de purinas na urina são menos invasivos que a utilização de animais fistulados para determinar a contribuição da proteína microbiana em bovinos. Nessa técnica, assume-se que os ácidos nucleicos presentes no duodeno são de origem predominantemente microbiana e que, após digestão intestinal dos nucleotídeos purínicos, as bases nitrogenadas absorvidas são catabolizadas e utilizadas para síntese de ácidos nucleicos teciduais ou substituir a perda endógena de purinas (CHIZZOTTI et al., 2006). As purinas não utilizadas são metabolizadas em seus derivados e são proporcionalmente recuperadas na urina, principalmente na forma de alantoína, mas também como ácido úrico, xantina e hipoxantina (SILVA, 2013).

Em bovinos, a alantoína é o derivado de purina mais abundante, no entanto, existe uma alta atividade da enzima xantina oxidase na mucosa intestinal, a qual converte xantina e hipoxantina em ácido úrico antes da excreção (SILVA et al., 2014; CANESIN et al., 2012), o que faz com que seja insignificante a contribuição da xantina e da hipoxantina na determinação dos derivados de purina em bovinos. Em estudos anteriores com vacas lactantes, em que foi utilizado alantoína e o ácido úrico para representar o total de derivados de purinas excretados na urina, foi observado que a alantoína compreendeu em média 90% e o ácido úrico 10% do total de derivados de purinas na urina (PAULA et al., 2018; MUTSVANGWA et al., 2016). No entanto, Gehman e Kononoff (2010) determinaram, além dos derivados de purinas supracitados, também xantina e hipoxantina na urina de vacas em lactação, fato que não é observado na maioria das pesquisas devido as quantidades mínimas da presença desses compostos na urina de bovinos.

Entretanto, métodos que demandam a coleta total de urina para quantificação da excreção diária dos derivados urinários de purina são muito laboriosos (LEAL et al., 2007), o que pode dificultar a utilização dessas técnicas a campo devido ao tempo demandado e o estresse provocado nos animais. Uma alternativa interessante é o método com base em amostras *spot* de urina, relacionando a excreção urinária com a concentração de creatinina na urina (SOARES et al., 2005). A adoção da metodologia de coleta *spot* de urina, ou seja, a obtenção de uma única amostra diária de urina por micção espontânea, possibilita estimar o volume urinário produzido diariamente por um animal mediante estimativa da excreção de creatinina na urina. A amostra *spot* geralmente é obtida quatro horas após a alimentação, período em que a concentração plasmática e urinária destes compostos já tenha alcançado o platô e nela se determina a concentração de creatinina (MENDONÇA et al., 2006), cuja excreção é constante em função do peso vivo de animais ruminantes, pelo fato de ser pouco ou não afetada por fatores dietéticos (BARBOSA et

al., 2006). Portanto, é possível a utilização da creatinina para estimar o volume urinário em bovinos, o que possibilitará estimar a excreção de derivados de purinas e de outros compostos urinários, simplificando os métodos que demandam a coleta total de urina (MENDONÇA et al., 2006).

Rennó et al. (2008) utilizando a coleta total e *spot* de urina para estimar a produção microbiana por meio dos derivados de purinas em bovinos, concluíram que a estimativa da produção de compostos nitrogenados microbianos pode ser feita a partir da excreção dos derivados de purinas empregando amostras *spot* de urina, reforçando a viabilidade do uso desta metodologia. Chizzotti et al. (2007), trabalhando com vacas de diferentes níveis de produção de leite, não detectaram diferenças entre as médias do volume urinário, excreção de ureia e de derivados de purina por meio da coleta total e pela coleta *spot*. Consequentemente, não foram detectadas diferenças no fluxo e na eficiência de síntese de proteína microbiana, logo, a coleta *spot* possibilitou estimar a excreção de derivados de purina e ureia em todos os níveis de produção de leite estudados.

Vasconcelos et al. (2010) utilizando grãos de soja integral e subprodutos da soja na dieta de vacas leiteiras, observaram menor volume urinário, por meio da coleta *spot*, quando o farelo de soja foi associado com ureia, porém, as concentrações de alantoína, derivados de purinas, síntese de proteína microbiana e eficiência de síntese microbiana expressa em g de PB/kg de NDT consumido, não diferiram entre as dietas utilizadas. Os autores associaram a menor excreção urinária ao menor aporte de proteína não-degradável no rúmen presente na dieta, que provavelmente resultou em menor demanda de água, devido a diminuição calórica da proteína na dieta e diminuição na eliminação de resíduos do metabolismo.

A concentração de metabolitos sanguíneos como ureia, nitrogênio uréico e glicose, tem sido utilizada como ferramenta de pesquisa para monitorar o *status* nutricional, proteico e energético de ruminantes. Por estarem parcialmente ligados a quantidade de energia e proteína presente na alimentação, os valores destes metabólitos sanguíneos são mantidos dentro de certos limites de variações fisiológica, considerados como valores de referência ou valores normais. Animais que apresentarem variações de um metabólito sanguíneo fora dos valores normais, pode indicar que se encontram em desequilíbrio nutricional ou em processo de adaptação metabólica a novas situações fisiológicas ou de alimentação (FREITAS Jr. et al., 2010), como também, a ocorrência de transtornos digestivos e doenças metabólicas, além da diminuição do desempenho zootécnico (SILVA et al., 2016a).

Vasconcelos et al. (2010), citam que elevadas concentrações de ureia e nitrogênio uréico no plasma e no leite são positivamente correlacionadas a ingestão de nitrogênio e associadas a maiores taxas de excreção urinária desses metabólitos, podendo suas concentrações serem utilizadas como forma de avaliar o estado nutricional proteico e a eficiência de utilização do nitrogênio, resultando em indicadores do equilíbrio ruminal entre nitrogênio e energia.

Já a concentração de glicose apresenta pouca variação no sangue, devido aos mecanismos homeostáticos do organismo, em função disto, a dieta não apresenta grande influência sobre a concentração de glicose, exceto em condições de desnutrição exacerbada (ROSS et al., 2008), podendo levar o animal a desenvolver doenças metabólicas como a cetose e a síndrome do fígado gorduroso (BERMUDES et al., 2003).

Barleta et al. (2012) avaliando os parâmetros sanguíneos de vacas em lactação alimentadas com diferentes quantidades de grãos de soja na dieta, não observaram variações nos valores das concentrações sérica de glicose, uréia e nitrogênio uréico, com médias de 64,57, 39,61 e 18,51 mg/dL, respectivamente, sendo essa manutenção relacionada pelos autores a semelhança no nível proteico das dietas e a relativa estabilidade na concentração de glicose sanguínea em ruminantes. Já Silva et al. (2016a) avaliando a concentração de ureia plasmática em vacas lactantes alimentadas com diferentes fontes proteicas, observaram concentração média de 38,2 mg/dL, com pico máximo de uréia plasmática 4 horas após a alimentação, sendo essa variação no horário, um reflexo do consumo de proteína oriunda do concentrado e da foragem e sua taxa de digestão. Resultados semelhantes foram observados por Domingues et al. (2010), para novilhos de corte.

Portanto, a estimativa de componentes sanguíneos como ureia, nitrogênio uréico e glicose, permite aferir sobre diferentes tipos de ingredientes que podem ser utilizados na dieta dos ruminantes, visto que, diferenças nas suas digestibilidades incorrem em diferentes concentrações sanguíneas dos metabólitos acima citados (SILVA et al., 2016a). Assim, perdas econômicas resultantes do fornecimento do nível inadequado de proteína e carboidratos nas dietas, decorrentes dos elevados custos de aquisição desses ingredientes, e os possíveis prejuízos produtivos, reprodutivos e ambientais, podem ser evitadas (LEAL et al., 2007).



## **Girassol e seu potencial para o uso na alimentação de ruminantes**

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma dicotiledônea anual da família *Asteraceae*, originária da América Central e do Norte. Inicialmente utilizada como fonte de alimentos e finalidades medicinais pelos índios, foi levada para Europa no século XVI por conquistadores espanhóis como planta ornamental. Devido a sua capacidade de adaptação a vários tipos de solos e condições ambientais (GOES et al., 2010), é cultivada nos cinco continentes, em mais de 26 milhões de hectares, sendo os maiores produtores mundiais, a Rússia, Ucrânia, União Europeia e Argentina (USDA, 2018).

No Brasil, o girassol destaca-se como uma das principais oleaginosas cultivadas, cuja maior produção concentra-se no estado de Mato Grosso, com cerca de 57,5% da produção nacional durante a safra de 2018/2019. Segundo dados da CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento (2019), a produção de grãos de girassol no Brasil ficou em torno de 111 mil toneladas na safra 2018/19, representando uma redução de 21,9% na produção nacional em relação à safra 2017/18. Em termos de produtividade, a cultura apresentou resultados aquém de seu potencial produtivo devido ao excesso de chuvas incidente sobre as lavouras no período inicial reprodutivo na última safra, sendo estimado um resultado de 1.698 kg/ha. De modo geral, ainda que tenha ocorrido a incidência pluviométrica acima do ideal, o resultado é satisfatório em relação à safra anterior (acréscimo de 14,1% na produtividade nacional). Não há relatos de pragas ou doenças que tenham afetado a cultura e com os bons preços pago para o produto convencional, praticamente 100% da safra 2018/19 foi negociada (CONAB, 2019).

O girassol é cada vez mais uma das principais culturas procurada por produtores que buscam uma alternativa ao milho e ao sorgo no período safrinha, apresentando-se como opção de rotação e sucessão de culturas nas regiões produtoras de grãos (MESACASA et al., 2012). Com a safra iniciando em fevereiro e terminando em agosto, abrangendo justamente a entressafra do milho e do sorgo, além de coincidir com período de diminuição na oferta de forragem, e com a época em que a terra normalmente fica ociosa, o girassol torna-se boa alternativa para reforçar a dieta dos rebanhos (OLIVEIRA et al., 2007a), e gerar renda no período de entressafra das grandes culturas de grãos.

A indústria de óleo é o principal destino das sementes de girassol produzida, absorvendo mais de 90% da produção (GOES et al., 2010). Nesse cenário, em que se tem um maior interesse por parte da indústria na exploração de oleaginosas, a exemplo do caroço de algodão, da soja, do girassol e do amendoim, tem-se refletido em aumentos

significativos na disponibilidade de grandes quantidades coprodutos na forma de tortas e/ou farelos no mercado, com potencial de utilização na alimentação animal (DOMINGUES et al., 2010). Contudo, dependendo da finalidade a que se destina o óleo e do grau de tecnificação da indústria, a forma de obtenção e a qualidade nutricional dos coprodutos gerados são modificadas.

De maneira geral, os coprodutos são obtidos na indústria através de dois processos de beneficiamento das sementes para extração do óleo, o primeiro e mais eficiente utiliza solventes químicos (hexano associado a elevadas temperaturas), obtendo-se os farelos, produto com maior disponibilidade no mercado (PEREIRA et al., 2011). O segundo e com menor grau de eficiência, é obtido pelo uso da prensagem a frio em que o coproduto formado são as tortas (OLIVEIRA et al., 2007). Pela maior eficiência do primeiro processo, os farelos normalmente apresentam baixo teor de extrato etéreo e em contrapartida as tortas podem apresentar, ou não, elevados níveis de extrato etéreo, estando na dependência da eficiência do processo de prensagem a frio (PEREIRA et al., 2011). Além disso, o girassol também pode ser empregado na alimentação de ruminantes como um alimento conservado na forma de silagem (LEITE et al., 2006) e também na forma de grão integral pelas indústrias alimentícias de ração animal.

Após a extração química do óleo dos grãos, o farelo de girassol apresenta, de acordo com o NRC (2001), uma composição bromatológica média de 92,2% de matéria seca, 28,4% de proteína bruta (86,2% dela degradável no rúmen), 1,4% de extrato etéreo, 40,3% de fibra em detergente neutro e 30,0% de fibra em detergente ácido, 7,7% de cinzas e 59,9% de nutrientes digestíveis totais. Sua proteína bruta contém 39,0% de aminoácidos essenciais, sendo que 8,0% destes correspondem à lisina e 5,6% à metionina. Segundo Pereira et al. (2016), a composição nutricional desse coproduto está diretamente ligada à quantidade de casca que é removida dos grãos e da eficiência do processo utilizado para extração do óleo, de modo que, quanto maior quantidade de cascas preservadas, maiores serão os teores de fibras (FDN e FDA) e menores serão os teores energético e proteico, causando diminuição na qualidade nutricional do alimento.

Por apresentar composição nutricional relativamente semelhante ao farelo de soja, fonte tradicionalmente utilizada na alimentação animal, e diante da necessidade de diminuir custos de produção (principalmente em relação ao manejo alimentar), e manter a produtividade dos animais, tem-se evidenciado na literatura a ocorrência de lacunas a respeito da inclusão de coprodutos oriundos do beneficiamento da semente de girassol na dieta de ruminantes, principalmente, em relação a recomendações técnicas de utilização,

das influências sobre o metabolismo e fisiologia, além de possíveis fatores que venha interferir no desempenho, consumo e digestibilidade de alimentos de vacas em lactação.

Garcia et al. (2006), trabalhando com farelo de girassol em substituição ao farelo de soja na alimentação de novilhos leiteiros, concluíram que o farelo de girassol pode ser empregado até o nível de 45% no concentrado, permitindo aumentos na produção de carne com uma economia próxima a 35% nos custos do concentrado. Cleff et al. (2011) associando o farelo de girassol a duas fontes energéticas (grãos de milho e polpa cítrica) na dieta de novilhos, não verificaram alterações prejudiciais na digestibilidade das dietas, sendo o farelo de girassol recomendado como uma boa fonte nitrogenada na alimentação de bovinos.

Aguiar et al. (2015), avaliando a produção, composição físico-química e o perfil de ácidos graxos de leite de vacas alimentadas com diferentes fontes de compostos nitrogenados (farelo de soja, ureia, farelo de girassol e farelo de mamona), não observaram influências na composição físico-química do leite, com exceção da maior concentração de nitrogênio uréico no leite para dietas com ureia. Quanto ao perfil de ácidos graxos houve variação nas concentrações dos ácidos C4:0; C18:0; C10:1; C12:1 e C18:1, no entanto, para os totais de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poli-insaturados no leite, não diferiram entre as fontes de compostos nitrogenados, assim como a produção total de leite.

A respeito da torta de girassol, os principais empregos são na adubação orgânica, geração de energia e alimentação animal (ABDALLA et al., 2008). Considerando a alimentação animal como o elo entre a produção de biodiesel e a pecuária, a utilização da torta de girassol na alimentação de ruminantes visa manter produtividade a partir de uma alternativa para redução de custos com a nutrição dos animais dentro do sistema de criação, principalmente para o produtor que poderia plantar o girassol e extrair o óleo em sua propriedade e o resultante da produção seria empregado na alimentação dos animais, gerando renda com custo reduzido (LIMA, 2011). E por apresentar concentrações relativamente alta de EE em sua composição, variando de 11,6% (PEREIRA et al., 2011) a 22,1% (SANTOS et al., 2012), a torta de girassol pode trazer outros benefícios, como a menor emissão de gases de efeito estufa pelos animais, gerando créditos de carbono e atendendo ao interesse da iniciativa privada (ABDALLA et al., 2008)

A inclusão de torta de girassol em dietas suplementares para novilhos em crescimento pode substituir até o nível de 75% o farelo de algodão, visando médias taxas de ganho diário (DOMINGUES et al. (2010); e ser economicamente viável, podendo

substituir em até 100% o farelo de soja, não afetando o retorno financeiro, devido os animais demandarem menor tempo para atingir o peso de abate, com ganhos de peso médio diário semelhante a animais alimentados com dietas contendo 0% de torta de girassol (MESACASA et al., 2012).

Palmieri et al. (2012), incluindo torta de girassol em substituição ao farelo de soja na dieta de cabritos, assim como, Lombardi et al. (2010) alimentando cordeiros com silagem de grãos de milho associada a 20% de grãos de girassol, não observaram alterações no desempenho e características quantitativas de carcaça dos animais. Provavelmente, pela semelhança no aporte energético e proteico nas dietas utilizadas, sendo recomendado pelos autores, tanto, a utilização de torta de girassol até o nível de 100% ao farelo de soja, quanto a associação de grãos de girassol a silagem de milho, na dieta de pequenos ruminantes como fonte proteica.

Lima et al. (2013), trabalhando com níveis de torta de girassol (0, 20, 40 e 60% na MS) em substituição ao farelo de soja na dieta de novilhas, observaram que houve redução no consumo MS através da ingestão de pasto, melhorias no balanço de nitrogênio, sem, contudo, alterar a síntese de proteína microbiana e excreção de ureia.

Beauchemin et al. (2009), investigando o potencial de redução da produção metano entérico, através da incorporação oleaginosas (girassol, linhaça e canola) como fontes de ácidos graxos de cadeia longa na dieta de vacas leiteiras, observaram redução na produção de metano (g/dia), em média 13%, para todas as dietas contendo oleaginosas em relação a dieta controle. No entanto, houve redução na digestibilidade da matéria seca, na ordem de 16 e 9%, para as dietas contendo girassol e linhaça respectivamente, indicando que a redução na produção de metano pode ser à custa de redução na digestibilidade da dieta.

A utilização da silagem de girassol como mecanismo para redução de custos e garantia de maior eficiência na alimentação de ruminantes vêm se destacando como nova opção de fonte volumosa adotada pelos pecuaristas (NEUMANN et al., 2009), pois, essa seria a forma mais comum de fornecimento da planta inteira para ruminantes e obter melhores índices de produção. Conforme relatos de Possenti et al. (2005) e Evangelista e Lima (2001), a silagem de girassol apresenta teores mais elevados de proteína que silagens de milho e sorgo, característica essa considerada como um fator positivo para a realização do processo de conservação de alimentos.

Rezende et al. (2007), ao avaliarem o valor nutritivo de seis cultivares de girassol, obtiveram valores médios de 11,2% e 12,4% de proteína bruta aos 95 e 110 dias após semeadura. Já Leite et al. (2006), indicaram a silagem de girassol com potencial de

utilização como única fonte de volumoso ou em associação com a silagem de milho na dieta de vacas em lactação.

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As condições do ambiente ruminal, incluindo o tipo de microrganismo que irá se desenvolver, são influenciados diretamente pelo tipo de alimento ou dieta que o animal consome, bem como os produtos gerados pela fermentação microbiana. Assim, avaliações das relações entre os microrganismos ruminais e dos produtos gerados na fermentação ruminal da dieta ingerida, consistem em respostas seguras diante da utilização de novos ingredientes na alimentação de ruminantes.

Rações formuladas utilizando ingredientes alternativos devem ser eficientes, seguras, econômicas e permitir performance produtiva satisfatória em relação a animais alimentados com dietas contendo ingredientes tradicionais.

O uso de ingredientes alternativos, como é o caso dos coprodutos originados da agroindústria alimentícia e do biodiesel, na alimentação de ruminantes é de relevância, já que apresentam qualidade nutricional satisfatória, podendo substituir parte dos grãos tradicionalmente utilizados nas dietas, a exemplo dos grãos de soja. Para isso, há necessidade de pesquisas focando a utilização desses possíveis ingredientes na formulação de dietas para ruminantes, principalmente os originados do processo de beneficiamento da semente de girassol para a extração de óleo, visando aumentar o conhecimento sobre seu valor nutricional e seu impacto sobre a performance e metabolismo dos animais, além da viabilidade econômica de sua utilização como fonte proteica dentro dos sistemas de produção de leite.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALLA, A. L. et al. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 260 - 268, 2008.

AGUIAR, A. C. R. et al. Composição do leite de vacas alimentadas com diferentes fontes de compostos nitrogenados. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador - BA, v. 16, n. 3, p. 591-605, 2015.

ALVES, A. F. et al. Substituição do farelo de soja por farelo de algodão de alta energia em dietas para vacas leiteiras em produção: consumo, digestibilidade dos nutrientes, balanço de nitrogênio e produção de leiteira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 3, p. 532-540, 2010.

ANTUNES, A. P. S. **Coprodutos de oleaginosas em dietas para vacas lactantes em pastejo**. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB. Itapetinga - BA, p. 177. 2017.

BARBOSA, A. M. et al. Efeito do Período de coleta de urina, dos níveis de concentrado e de fontes proteicas sobre a excreção de creatinina, de ureia e de derivados de purina e a produção microbiana em bovinos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 870-877, 2006.

BARLETA, R. V. et al. Desempenho e parâmetros sanguíneos de vacas leiteiras alimentadas com grãos de soja. **Archivos de Zootecnia**, v. 61, n. 236, p. 483-992, 2012.

BEAUCHEMIN, K. A. et al. Crushed sunflower, flax, or canola seeds in lactating dairy cow diets: Effects on methane production, rumen fermentation, and milk production. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 5, p. 2118 - 2127, 2009.

BERAN, F. H. B. et al. Degradabilidade "in situ" da matéria seca, matéria orgânica e proteína bruta de alguns suplementos concentrados usados na alimentação de bovinos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina - PR, v. 26, n. 3, p. 405 - 418, 2005.

BERAN, F. H. B. et al. Avaliação da digestibilidade de nutrientes, em bovinos, de alguns alimentos concentrados pela técnica de três estádios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 1, p. 130 - 137, 2007.

BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal, SP: FUNEP, 2006. 583 p.

BERMUDES, R. F. et al. Gordura protegida na dieta de vacas de alta produção a campo, em alfafa verde ou pré-secada, na fase inicial da lactação. Parâmetros plasmáticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 2, p. 405-410, 2003.

CANESIN, R. C.; FIORENTINI, G.; BERCHIELLI, T. T. Inovações e desafios na avaliação de alimentos na nutrição de ruminantes. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador - BA, v. 13, n. 4, p. 938 - 953, 2012.

CASTAÑEDA, R. D. et al. Substituição de uréia por cloreto de amônio em dietas de bovinos: digestibilidade, síntese de proteína microbiana, parâmetros ruminais e sanguíneos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá - PR, v. 31, n. 3, p. 271-277, 2009.

CHIZZOTTI, M. L. et al. Consumo, digestibilidade e excreção de uréia e derivados de purinas em novilhas de diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1813-1821, 2006.

CHIZZOTTI, M. L. et al. Consumo, digestibilidade e excreção de uréia e derivados de purinas em vacas de diferentes níveis de produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 1, p. 138-146, 2007.

CLEEF, E. H. C. B. V. et al. Consumo e digestibilidade de dietas contendo fontes energéticas associadas ao farelo de girassol ou ureia em novilhos confinados. **Acta Scientiarum. Animal Science**, Maringá - PR, v. 33, n. 2, p. 163-168, 2011.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra agrícola: grãos, Brasília - DF, v. 6, Safra 2018/19 - Décimo levantamento, p. 1 - 113, 2019.

DOMINGUES, A. R. et al. Consumo, parâmetros ruminais e concentração de uréia plasmática em novilhos alimentados com diferentes níveis de torta de girassol em substituição ao farelo de algodão. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina - PR, v. 31, n. 4, p. 1059-1070, 2010.

EVANGELISTA, A. R.; LIMA, J. A. Utilização de silagem de girassol na alimentação animal. In: **SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS**. Maringá - PR: Anais..., p. 177 - 217, 2001.

FERREIRA, M. A. et al. Síntese de proteína microbiana e concentrações de uréia em vacas alimentadas com dietas à base de palma forrageira e diferentes volumosos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 1, p. 159-165, 2009.

FREITAS JR, J. E. et al. Parâmetros sanguíneos de vacas leiteiras suplementadas com diferentes fontes de gordura. **Ciência Animal**, Santa Maria, v. 40, n. 4, p. 950-956, 2010.

GARCIA, J. A. S. et al. Desempenho de bovinos leiteiros em fase de crescimento alimentados com farelo de girassol. **Ciência Animal Brasileira**, v. 7, n. 3, p. 223-233, 2006.

GEHMAN, A. M.; KONONOFF, P. J. Nitrogen utilization, nutrient digestibility, and excretion of purine derivatives in dairy cattle consuming rations containing corn milling co-products. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n. 8, p. 3641-3651, 2010.

GOES, R. H. T. B. et al. Degradabilidade in situ dos grãos de crambe, girassol e soja, e de seus coprodutos em ovinos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá - PR, v. 32, n. 3, p. 271-277, 2010.

GONÇALVES, G. S. et al. Replacment of soybean meal by conventional and coated urea in dairy cows: intake, digestibility, production and composition of milk. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá - PR, v. 36, n. 1, p. 71-78, 2014.

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica de Ruminantes**. 3ª. ed. Santa Maria - RS: UFSM, 2011. 216 p.

LEAL, T. L. et al. Variações diárias nas excreções de creatinina e derivados de purinas em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 896-904, 2007.

LEITE, L. A. et al. Silagens de girassol e de milho em dietas da vacas leiteiras: consumo e digestibilidade aparente. **Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, n. 6, p. 1192 - 1198, 2006.

LIMA, H. L. **Parâmetros nutricionais em novilhos suplementados com torta de girassol em pastejo de Brachiaria brizantha cv. Marandu**. Dissertação (Mestrado em



Zootecnia) - Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD. Dourados - MS, p. 89. 2011.

LIMA, H. L. et al. Nitrogenous compounds balance and microbial protein synthesis in steers supplemented with sunflower crushed in partial replacement of soybean meal. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá - PR, v. 35, n. 3, p. 281-288, 2013.

LOMBARDI, L. et al. Características de carcaça de cordeiros terminados em confinamento recebendo silagem de grãos de milho puro ou com adição de girassol ou ureia. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá - PR, v. 32, n. 3, p. 263-269, 2010.

MENDES, A. R. et al. Consumo e digestibilidade total e parcial de dietas utilizando farelo de girassol e três fontes de energia em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 2, p. 679-691, 2005.

MENDONÇA, S. S. et al. Estimação da produção de proteína microbiana em ruminantes baseada nas excreções de derivados de purina. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v. 101, p. 181-186, 2006.

MESACASA, A. C. et al. Torta de girassol em suplementos múltiplos para bovinos em pastejo no período seco do ano: desempenho produtivo e viabilidade econômica. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador - BA, v. 13, n. 4, p. 1166-1179, 2012.

MOTA, M. F. et al. Parâmetros ruminais de vacas leiteiras mantidas em pastagem tropical. **Archivos de Zootecnia**, v. 59, n. 226, p. 217 - 224, 2010.

MUTSVANGWA, T. et al. Effects of dietary crude protein and rumen-degradable protein concentrations on urea recycling, nitrogen balance, omasal nutrient flow, and milk production in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 8, p. 1-13, 2016.

NEUMANN, M. et al. Girassol (*Helianthus annuus* L.) para produção de silagem de planta inteira. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v. 2, n. 3, p. 181 - 190, 2009.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 2001. 381 p.

OLIVEIRA, A. S. et al. Produção de proteína microbiana e estimativas das excreções de derivados de purinas e de uréia em vacas lactantes alimentadas com rações isoprotéicas

contendo diferentes níveis de compostos nitrogenados não-protéicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 5, p. 1621 - 1629, 2001.

OLIVEIRA, M. D. S. et al. Composição bromatológica e digestibilidade ruminal in vitro de concentrados contendo diferentes níveis de torta de girassol. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 4, p. 629 - 638, 2007.

OLIVEIRA, V. S. et al. Substituição do milho e do feno de capim-tifton por palma forrageira. Produção de proteína microbiana e excreção de ureia e de derivados de purina em vacas lactantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 936-944, 2007a.

PAIVA, V. R. et al. Teores proteico em dietas para vacas Holandesas leiteiras em confinamento. **Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, n. 4, p. 1183-1191, 2013.

PALMIERI, A. D. et al. Effects of substituting soybean meal for sunflower cake in the diet on the growth and carcass traits of crossbred boer goat kids. **Asian-Australian Journal Animal Science**, v. 25, n. 1, p. 59 - 65, 2012.

PAULA, E. M. et al. Effects of replacing soybean meal with canola meal or treated canola meal on ruminal digestion, omasal nutrient flow, and performance in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 1, p. 328-339, 2018.

PEREIRA, D. R. M. et al. Uso do girassol (*Helianthus annuus*) na alimentação animal: Aspectos produtivos e nutricionais. **Veterinária e Zootecnia**, v. 23, n. 2, p. 174 - 183, 2016.

PEREIRA, E. S. et al. Torta de girassol em rações de vacas em lactação: produção microbiana, produção, composição e perfil de ácidos graxos do leite. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, n. 4, p. 387-394, 2011.

POSSENTI, R. A. et al. Parâmetros bromatológicos e fermentativos de silagens de milho e girassol. **Ciência Rural**, Santa Maria - RS, v. 35, n. 5, p. 1185 - 1189, 2005.

RENNÓ, L. N. et al. Níveis de uréia na ração de novilhos de quatro grupos genéticos: estimativa da produção de proteína microbiana por meio dos derivados de purinas na urina utilizando duas metodologias de coleta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 3, p. 546 - 555, 2008.

REZENDE, A. V. et al. Valor nutritivo de silagens de seis cultivares, de girassol em diferentes idades de corte. **Ciência Agrotécnica**, Lavras - MG, v. 31, n. 3, p. 896 - 902, 2007.

ROSS, T. B. et al. Avaliação de parâmetros do perfil metabólico e do leite em diferentes categorias de vacas leiteiras da raça Jersey em rebanhos do Sul do Rio Grande do Sul. **Veterinária em Foco**, Canoas - RS, v. 5, n. 2, p. 121 - 130, 2008.

SANTOS, F. A. P. Metabolismo de proteínas. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal-SP: FUNEP, 2006. p.255-284.

SANTOS, A. X. et al. Efeitos da suplementação de torta de girassol para vacas lactantes: desempenho produtivo e análise econômica. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina - PR, v. 33, n. 2, p. 3401-3410, 2012.

SERRANO, R. D. C.; SIERRA, L. M. P. Técnicas de quantificação da síntese microbiana no rúmen: uma revisão. **Revista CES Medicina Veterinária y Zootecnia**, v. 6, n. 1, p. 46 - 53, 2011.

SILVA, A. C. **Raiz de mandioca integral desidratada, em substituição ao milho, na suplementação de vacas holandesas em lactação, pastejando gramíneas tropicais irrigadas**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB. Itapetinga - BA, p. 85. 2013.

SILVA, A. C. et al. Microbial protein synthesis and nitrogen metabolism in cows bred on tropical pasture and fed on cassava root and corn. **Acta Scientiarum. Animal Science**, Maringá - SP, v. 36, n. 2, p. 185 - 192, 2014.

SILVA, F. F. et al. Suplementação a pasto: disponibilidade e qualidade x níveis de suplementação x desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 371 - 389, 2009.

SILVA, J. A. et al. Parâmetros sanguíneos de vacas leiteiras mantidas em pasto suplementadas com diferentes fontes proteicas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador - BA, v. 17, n. 2, p. 174-185, 2016a.

SOARES, C. A. et al. Produção de proteína microbiana e parâmetros ruminais em vacas leiteiras alimentadas com farelo de trigo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 1, p. 345 - 350, 2005.

SOUZA, D. D. et al. Feeding behavior of dairy cows fed different levels of castor meal in the diet. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina - PR, v. 37, n. 4, p. 2355 - 2364, 2016.

USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. World Agricultural Production. **Foreign Agricultural Service**, p. 1 - 31, 2018.

VASCONCELOS, A. M. et al. Parâmetros ruminais , balanço de compostos nitrogenados e produção microbiana de vacas alimentadas com soja e seus subprodutos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 2, p. 425-433, 2010.

WINTERHOLLER, S. J. et al. Supplemental energy and extruded-expelled cottonseed meal as a supplemental protein source for beef cows consuming low-quality forage. **Journal of Animal Science**, v. 87, n. 9, p. 3003 - 3012, 2009.

## **CAPITULO II**

---

### **DESEMPENHO E COMPOSIÇÃO DO LEITE DE VACAS ALIMENTADAS COM FARELO DE GIRASSOL EM SUBSTITUIÇÃO AO FARELO DE SOJA**

## **DESEMPENHO E COMPOSIÇÃO DO LEITE DE VACAS ALIMENTADAS COM FARELO DE GIRASSOL EM SUBSTITUIÇÃO AO FARELO DE SOJA**

PINHEIRO, Antônio da Costa. Universidade Federal da Paraíba, março de 2019. **Desempenho e composição do leite de vacas alimentadas com farelo de girassol em substituição ao farelo de soja.** Orientador: Dr. Severino Gonzaga Neto. Coorientador: Dr. Ricardo Dias Signoretti.

**RESUMO** – Objetivou-se com este estudo, avaliar os efeitos da substituição do farelo de soja por farelo de girassol nas dietas de vacas em lactação sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes, produção e composição do leite e na eficiência alimentar. Doze vacas mestiças (7/8 - Holandês x Gir), com produção média inicial de  $28 \pm 2,7$  kg de leite/dia, foram distribuídas em um delineamento quadrado latino 4 x 4 triplo, com quatro períodos de 17 dias cada (sendo dez dias para adaptação dos animais à dieta e sete dias para determinação do consumo e coleta de amostras. As vacas receberam dietas compostas por 50% de silagem de milho e 50% de concentrado (com base na matéria seca - MS). Os tratamentos consistiram de níveis crescentes de farelo de girassol (0%; 33%; 67%; e 100%) em substituição ao farelo de soja (com base na matéria seca). As dietas não influenciaram o consumo de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), matéria mineral (CMM), proteína bruta (CPB), carboidratos totais (CCHT) e nutrientes digestíveis totais (CNDT). O consumo de carboidratos não-fibrosos (CCNF) reduziu, enquanto que, o consumo de fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína ( $\text{CFDN}_{\text{cp}}$ ) aumentou em kg/dia e em %PV, de acordo com o aumento no nível de farelo de girassol nas dietas. Os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, PB, MO,  $\text{FDN}_{\text{cp}}$  e CNF não foram alterados em função das dietas. A produção média de leite (26,37 kg/dia) e os teores e quantidades no leite de proteína, lactose, sólidos totais (ST), extrato seco desengordurado (ESD) e o teor de nitrogênio uréico (NUL) e a eficiência alimentar (EA), não foram alterados em função das dietas. A produção de leite corrigida para 4% de gordura (PLCG) e o teor e quantidade de gordura no leite foram influenciados pelas dietas. O farelo de girassol pode ser utilizado em até 100% de substituição ao farelo de soja na alimentação de vacas em lactação como principal fonte proteica.

**PALAVRAS – CHAVE:** bovinocultura, coprodutos, digestibilidade, nutrição proteica

## **PERFORMANCE AND MILK COMPOSITION OF COWS FED SUNFLOWER MEAL IN REPLACEMENT OF SOYBEAN MEAL**

PINHEIRO, Antônio da Costa. Universidade Federal da Paraíba, february 2018.  
**Performance and milk composition of cows fed sunflower meal in replacement of soybean meal.** Advisor: Dr. Severino Gonzaga Neto. Co-Advisor: Dr. Ricardo Dias Signoretti

**ABSTRACT** – The objective was to evaluate the effects of substitution of soybean meal by sunflower meal in diets of lactating cows on intake and digestibility of nutrients, production and milk composition and feed efficiency. Twelve crossbred cows, Holstein x Gir, with an initial average production of  $28 \pm 2,7$  kg of milk / day, were distributed in a 4 x 4 triple Latin square design, with four periods of 17 days each (ten days for adaptation of the animals to the diet and seven days for determination of consumption and collection of samples). The cows received diets composed of 50% of corn silage and 50% of concentrate (based on dry matter - DM). The treatments consisted of increasing levels of sunflower meal (0%, 33%, 67%, and 100%) in replacement of soybean meal (based on dry matter - DM). The diets did not influence the intake of dry matter (CDM), organic matter (COM), mineral matter (CMM), ethereal extract (CEE) and total digestible nutrients (CTDN). The consumption crude protein (CPB) and non-fibrous carbohydrate (CCNF) decreased, whereas the intake of neutral detergent fiber corrected for ash and protein (CNDFap) increased in kg / day and% PV, according to the increase in level of sunflower meal in diets. The apparent digestibility coefficients of DM, CP, OM, NDFap and CNF were not altered in function of the diets. The average milk production (26.37 kg/day) and milk protein contents, lactose, total solids (TS), defatted dry extract (DDE), and urea nitrogen content (UNM) and feed efficiency (FE), were not altered according to the diets. The production of milk corrected to 4% of fat and the content and quantity of fat in the milk were influenced by the diets. Sunflower meal can be used in up to 100% substitution of soybean meal to feed lactating cows as the main protein source.

**KEYWORDS:** Co-products, milk composition, nutrient digestibility, protein sources, *Helianthus annuus*

## INTRODUÇÃO

A produção de leite é uma das atividades agropecuárias que se encontra constantemente a margem de inúmeros fatores que determinam a lucratividade do sistema de produção. Dentre esses fatores, temos as constantes variações nos custos de aquisição dos insumos que compõe a alimentação dos animais. Diante dessa situação, se tem realizado diversas pesquisas sobre alternativas de ingredientes que venham compor a alimentação animal, substituindo alimentos tradicionais por outros menos onerosos, em especial as fontes proteicas, devido esse nutriente ser limitante em dietas para ruminantes e por apresentarem maior custo de aquisição (ALVES et al., 2010).

Nesse contexto, o aumento do cultivo do girassol destinado à indústria alimentícia ou de biocombustíveis, tem disponibilizado grandes quantidades de subprodutos nas formas de cascas, tortas e farelos que podem ser utilizados na alimentação de ruminantes. Por serem subprodutos, podem apresentar algumas variações em sua composição nutricional, o que dependerá de alguns fatores, como: a falta de padronização nas técnicas de elaboração destes subprodutos, os quais são dependentes da variedade plantada (GOES et al., 2010); e o teor de óleo presente nas sementes, o qual é dependente da eficiência de remoção da casca e extração do óleo (LARDY e ANDERSON, 2002), se por processos químicos ou mecânicos.

Segundo Bernard (2011), a extração do óleo das sementes de girassol com a utilização de solventes apresentará nos farelos maiores concentrações de proteína e menores concentrações de lipídios, em comparação a extração mecânica. Porém, tanto o farelo quanto a torta de girassol apresentam altos teores de proteína: média de 24,3% a 30,3% de PB para a torta de girassol (GONZAGA NETO et al., 2015; MESACASA et al., 2012; SANTOS et al., 2012; GOES, et al., 2010), e de 28,7% a 33,4% de PB para o farelo de girassol (BRITO et al., 2015; CLEEF et al., 2012; MENDES et al., 2005; GARCIA et al., 2004), o que viabiliza a utilização desses ingredientes na alimentação animal. Assim, torna-se oportuno um estudo mais aprofundado a respeito do farelo de girassol, sobretudo, diante das poucas pesquisas empregando esse ingrediente na dieta de ruminantes, principalmente, como substituto total ou parcial da fonte proteica na dieta de vacas em lactação.

O consumo e a digestibilidade dos nutrientes e a ação destes nos diferentes compartimentos do trato digestivo compõe a estimativa que mais se aproxima do valor nutritivo dos alimentos (MENDES et al., 2005), além de constituírem processos



determinantes na quantidade de nutrientes, em particular de proteína e energia, que estarão disponíveis para o atendimento das exigências de manutenção e produção dos animais, em especial, dos ruminantes (ALVES et al., 2010; DOMINGUES et al., 2010). Portanto, a acurácia na predição do consumo e na digestibilidade da matéria seca e de nutrientes é fundamental na formulação de dietas para o correto atendimento das exigências nutricionais (GARCIA et al., 2004; CHIZZOTI, et al, 2007).

A manipulação da dieta, com o intuito de obter melhorias na produção e composição do leite, vem-se tornando muito comum dentro da atividade leiteira, sendo que, a produção e a composição de leite, em especial o teor de gordura, os mais influenciados pela composição da dieta ingerida (NUDDA et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2007). Avaliando o efeito de diferentes fontes de ureia (ureia convencional e ureia de liberação lenta) em dietas para vaca lactantes, GONçalves et al. (2014) observaram menor produção de leite e maior teor de gordura no leite quando foi inserido maior teor de ureia convencional. Brito e Broderick (2007) suplementando vacas em lactação com diferentes fontes de proteína, também encontraram variações na produção e composição do leite, com menor valor quando a ureia foi utilizada como fonte proteica nas dietas.

Amanlou et al. (2017), aumentando o teor de proteína da dieta de vacas em lactação (16, 19 e 21% de PB), obtiveram maior produção de leite, produção de leite corrigida para 4% de gordura e teor de proteína quando as dietas apresentavam 19 e 21% de proteína bruta, já o teor de gordura apresentou comportamento inverso, apresentando menor teor na dieta com o nível de 16% de proteína bruta. Os autores atribuíram esses resultados ao aumento no consumo de matéria seca pelos animais suplementados com maior teor de proteína na dieta e ao fator de diluição da gordura pela maior produção de leite. Alves et al. (2010) trabalhando com farelo de algodão de alta energia em substituição ao farelo de soja na dieta de vacas em lactação, não observaram diferença na produção de leite, produção de leite corrigida para 3,5% de gordura e teor de gordura no leite.

Dessa forma, objetivou-se avaliar o efeito de níveis crescentes de farelo de girassol em substituição ao farelo de soja em dietas para vacas lactantes, mantidas em sistema intensivo de criação, sobre o consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes, produção e composição do leite e na eficiência alimentar.

## MATERIAL E MÉTODOS

As técnicas e os procedimentos utilizados na presente pesquisa estão dentro das normas do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA) e foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP – Jaboticabal – SP (protocolo n° 026103/13, em reunião ordinária do dia 04 de dezembro de 2013).

### *Local, animais e delineamento experimental*

O experimento foi conduzido no Setor de Bovinocultura de Leite e Laboratório de Análises de Produtos de Origem Animal e Vegetal (LAPROVA), pertencentes ao Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios da Alta Mogiana (PRDTA-AM), situados no município Colina-SP (latitude de 20° 43' 05" S e longitude de 48° 32' 38" W), no período de outubro a dezembro de 2016. O clima da região é do tipo AW, segundo classificação de Köppen. Os índices meteorológicos registrados durante o período experimental foram precipitação pluvial de 265,5 mm, temperatura mínima média de 18,2°C e máxima média de 31,9°C.

Foram utilizadas 12 vacas mestiças, 7/8 Holandês x Gir, multíparas em lactação, com peso corporal médio inicial de 578±42 kg, média de 12 semanas de lactação e produção média inicial de 28±3,2 kg de leite/vaca/dia. Os animais foram alojados em baias individuais com área de 12,87 m<sup>2</sup>. Todas as baias eram parcialmente cobertas, revestidas por piso de concreto, providas de comedouro individual coberto e bebedouro de concreto comum a cada duas baias.

O experimento teve duração de 68 dias, os quais foram divididos em 04 períodos de 17 dias cada, sendo os 10 primeiros dias destinados à adaptação dos animais as dietas e os sete últimos dias para coleta de dados e amostras. O delineamento experimental adotado foi triplo quadrado latino 4x4, sendo cada quadrado composto por quatro animais, quatro tratamentos e quatro períodos, sendo realizados simultaneamente.

### *Manejo dos animais, tratamentos experimentais e composição da dieta*

Foram utilizadas quatro dietas experimentais constituídas de níveis crescentes de farelo de girassol em substituição ao farelo de soja (0%; 33%; 67% e 100%, com base na matéria seca). As dietas foram formuladas conforme as recomendações do NRC (2001), para atender as exigências de produção de 28 kg de leite dia com 4% de gordura. A

silagem de milho foi utilizada como volumoso, e o concentrado foi formulado a partir da utilização de milho moído, farelo de soja, farelo de girassol, calcário calcítico e mistura mineral, cujas composições bromatológica e participações proporcionais nas dietas estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

**Tabela 1.** Composição bromatológica dos ingredientes das dietas experimentais, g/kg de MS

Itens	Silagem de Milho	Milho Moído	Farelo de Soja	Farelo de Girassol
Matéria seca, g/kg MN	316,1	900,9	911,6	920,3
Matéria orgânica	954,1	964,3	905,8	931,8
Matéria mineral	45,9	35,7	94,2	68,2
Proteína bruta	87,6	103,5	520,4	322,9
Extrato etéreo	19,4	11,1	8,2	9,9
FDN <sub>cp</sub> <sup>1</sup>	493,9	94,5	180,6	454,7
FDA <sup>2</sup>	291,3	40,5	121,3	344,6
FDNi <sup>3</sup>	142,6	10,9	10,3	307,5
Carboidratos não fibrosos	353,2	755,2	194,9	144,4
Carboidratos totais	847,1	849,8	375,5	599,0

<sup>1</sup>Fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína; <sup>2</sup>Fibra em detergente ácido; <sup>3</sup>Fibra em detergente neutro indigestível

**Tabela 2.** Proporção dos ingredientes e composição nutricional das dietas experimentais

Ingredientes (% MN)	Níveis de farelo de girassol (%)			
	0	33	67	100
Silagem de milho	50,17	50,12	50,05	49,96
Milho moído	27,91	25,32	22,04	18,30
Farelo de Soja	18,52	14,12	8,03	----
Farelo de Girassol	----	7,04	16,49	28,36
Mistura Mineral <sup>1</sup>	2,61	2,61	2,61	2,61
Calcário Calcítico	0,78	0,78	0,78	0,78
Composição nutricional (g/kg de MS)				
Matéria Seca, g/kg MN	578,9	580,1	581,8	583,8
Matéria Orgânica	915,6	915,9	916,5	917,4
Matéria Mineral	50,4	50,1	49,6	48,8
Proteína Bruta	169,2	166,3	161,7	154,3
Extrato Etéreo	14,3	14,4	14,4	14,5
FDN <sub>cp</sub> <sup>2</sup>	307,6	329,0	357,5	393,0
FDA <sup>3</sup>	179,9	197,6	221,3	250,7
Carboidratos Não Fibrosos	424,1	406,0	382,7	355,6
Carboidratos Totais	731,7	735,0	740,2	748,6

<sup>1</sup>Níveis de garantia por kg do produto: Fósforo: 73 g; Cálcio: 200 g; Sódio: 64 g; Enxofre: 15 g; Magnésio: 15 g; Flúor: 1.000 mg; Zinco: 3.520 mg; Cobre: 1.250 mg; Manganês: 1.300 mg; Ferro: 1.700 mg; Cobalto: 160 mg; Iodo: 186 mg; Selênio: 27 mg; Vitamina A: 134.000 UI; Vitamina D: 13.500 UI e Vitamina E: 1.330 UI. <sup>2</sup>Fibra em Detergente Neutro corrigida para cinza e proteína, <sup>3</sup>Fibra em Detergente Ácido.

A alimentação foi fornecida duas vezes ao dia, às 08:00h (50%) e 16:00h (50%), após cada ordenha, na forma de ração completa, sendo permitido sobras de 10% do total da matéria natural ofertada no dia. Antes do fornecimento da alimentação matinal as sobras foram recolhidas e pesadas diariamente para fins de ajustes da quantidade de ração a ser ofertada durante o dia.

#### *Amostragem dos ingredientes e das dietas utilizadas*

Amostras de silagem de milho foram colhidas diariamente durante todo o período experimental no turno da manhã. Os ingredientes utilizados na mistura concentrada foram amostrados a cada nova mistura. Amostras de sobras e das dietas ofertadas foram colhidas diariamente, durante o período de coleta, sendo armazenadas em sacos plásticos devidamente identificados e mantidos em freezer a -20°C. Ao término de cada período experimental, as amostras foram descongeladas a temperatura ambiente e posteriormente feitas amostras compostas dos ingredientes e da mistura concentrada por período de coleta, e das sobras e dietas ofertadas, por período de coleta e por animal. Após a amostragem ao final de cada período, todo o material foi pré-seco em estufa de ventilação forçada a 65°C e processado em moinho de facas tipo Willey, sendo moído em peneira de 1mm, para análise da composição bromatológica e em seguida armazenado em potes plásticos devidamente identificados.

#### *Consumo e Digestibilidade*

O óxido de cromo foi utilizado como indicador externo para estimar a excreção de matéria seca fecal (MSF). A partir do quarto dia de cada período experimental, os animais receberam duas doses diárias de 10g de óxido de cromo, através do consumo voluntário, às 7:30 horas e às 15:30 horas. A oferta das doses de óxido de cromo se procedeu antes do fornecimento da alimentação da manhã e da tarde, ao qual, era retirado todas as sobras de ração do cocho em cada turno, ocorrendo a mistura da dose de óxido de cromo com uma pequena porção da mistura concentrado e da silagem de milho e em seguida ofertada aos animais, após o consumo total da mistura era fornecida a alimentação do turno. Este procedimento continuou durante os sete últimos dias do período de adaptação e seis dias do período de coleta de dados e amostras, quando, a partir do 14º dia foram realizadas coletas de fezes concomitantes à aplicação das últimas doses de cromo.

Para estimativa dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca e dos nutrientes, durante o 14º, 15º e 16º dias de cada período, amostras de fezes foram coletadas diretamente da ampola retal ou através da excreção espontânea a intervalos de 4 horas (0 horas - antes da alimentação matinal, 4 e 8 horas após o fornecimento da dieta matinal), sendo armazenadas em sacos plásticos e congeladas a -20°C. Ao final de cada período foram descongeladas a temperatura ambiente, pré-secas em estufa de ventilação forçada a 65°C, e processadas em moinho de facas tipo Willey com peneiras de 1mm de diâmetro. Posteriormente, foram elaboradas amostras composta por animal e período experimental, as quais foram armazenadas em recipientes plásticos devidamente identificados para posterior análises laboratoriais.

A matéria seca fecal (MSF) foi estimada através da expressão:

$$\text{MSF (kg/dia)} = \left[ \frac{\% \text{óxido de cromo (kg/dia)}}{\% \text{óxido de cromo nas fezes}} \right]$$

Os coeficientes de digestibilidade aparente (CD) da MS e nutrientes foram calculados a partir da expressão:

$$\text{CD (\%)} = \left[ \frac{\text{nutriente ingerido (kg/dia)} - \text{nutriente excretado nas fezes (kg/dia)}}{\text{nutriente ingerido (kg/dia)}} \right] \times 100.$$

### *Análises química*

As análises químicas das amostras dos ingredientes, do concentrado, das dietas e das fezes foram determinadas conforme as seguintes metodologias: matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína (FDN<sub>cp</sub>), foram realizadas segundo metodologias descritas por Detmann et al. (2012). A FDN dos ingredientes e das misturas do concentrado foi estimada conforme Van Soest et al. (1991), utilizando  $\alpha$ -amilase a oito molar.

Os carboidratos não fibrosos (CNF) e os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram estimados através da equação proposta por Weiss (1999):

$$\text{CNF (g/kg)} = 100 - (\% \text{PB} + \% \text{EE} + \% \text{MM} + \% \text{FDN}_{\text{cp}});$$

$$\text{NDT (g/kg)} = [\text{PBD} + (\text{EED} \times 2,25) + \text{FDN}_{\text{cp}}\text{D} + \text{CNFD}];$$

em que: %PB = proteína bruta, %EE = extrato etéreo, %MM = matéria mineral, %FDN<sub>cp</sub> = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína, PBD = proteína bruta

digestível, EED = extrato etéreo digestível, FDNcpD = fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína digestível e CNFD = carboidratos não fibrosos digestíveis.

Os carboidratos totais (CHT) foram estimados de acordo com as equações de Sniffen et al. (1992):

$$\text{CHT (g/kg)} = 100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas);$$

em que: %PB = proteína bruta, %EE = extrato etéreo.

O consumo de matéria seca (CMS) e dos nutrientes foram calculados mediante a diferença entre as quantidades oferecidas e as quantidades presentes nas sobras. Para a determinação do consumo em percentagem do peso vivo médio do animal (média entre os pesos inicial e final em cada período experimental), bem como para o acompanhamento da variação de peso ao longo do período experimental, os animais foram pesados no primeiro dia experimental e ao final de cada período de coleta.

A eficiência alimentar (EA) foi obtida dividindo-se a produção de leite corrigida para 4% de gordura (kg/animal/dia) pela ingestão de matéria seca (kg/animal/dia).

#### *Produção e composição do leite*

As vacas foram ordenhadas com ordenhadeira mecânica (DeLaval®) duas vezes ao dia, às 7:00 e às 15:00 horas, utilizando solução pré-dipping e pós-dipping nos tetos de todos animais. O registro das produções individuais de leite foi realizado durante todo o período experimental, através de medidores do tipo “Mark V” acoplados à ordenhadeira, no entanto, para fins de experimento foram computados apenas os dados de produções de leite referentes ao período de coleta.

No 12º, 13º e 14º dia de cada período experimental, foram colhidas amostras individuais de leite, nas ordenhas da manhã e da tarde de forma proporcional à produção, diretamente do medidor automático acoplado à ordenhadeira, que foram armazenadas em frascos plásticos contendo o conservante 2-bromo-2-nitropropano-1-3-diol, sendo homogeneizadas e mantidas sob refrigeração e encaminhadas no último dia da coleta de leite ao Laboratório para determinação dos teores de gordura, proteína, lactose, sólidos totais (ST), extrato seco desengordurado (ESD) e nitrogênio uréico (NUL), por leitura de absorção infravermelho realizada através do equipamento Bentley 2000.

A produção de leite foi corrigida para 4% de gordura (PLCG) segundo equação do NRC (2001):

$$\text{PLCG kg/dia} = (0,4 \times \text{PL}) + [15 \times (\%G \times \text{PL}/100)];$$

em que: PL = Produção de leite (kg/dia) e %G = Porcentagem de gordura do leite.

### *Análise estatística*

O delineamento experimental adotado foi triplo quadrado latino 4x4, com 12 animais, quatro tratamentos e quatro períodos de avaliação, realizados simultaneamente.

Os resultados referentes aos consumos de MS e nutrientes, coeficientes de digestibilidade, produção e composição do leite, foram submetidos à análise de variância e de regressão, utilizando o Software RStudio (2018), versão 3.5.1. A escolha do melhor modelo com base no coeficiente de determinação e na significância observada a 5% de probabilidade.

O modelo estatístico utilizado foi o seguinte:

$$\hat{Y}_{ijk} = \mu + t_i + v_j + p_k + e_{ijk};$$

em que:  $\hat{Y}_{ijk}$  = observação na vaca j, submetida ao tratamento i, no período k;  $\mu$  = média geral;  $t_i$  = efeito do tratamento (i = 0%, 33%, 67% e 100% de substituição do farelo soja por farelo de girassol);  $v_j$  = efeito animal j;  $p_k$  = efeito do período (k = 1, 2, 3 e 4);  $e_{ijk}$  = erro aleatório associado a cada observação.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os valores de peso vivo inicial (PVI) e final (PVF), consumo diário de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), matéria mineral (CMM), proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE), fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína (CFDN<sub>cp</sub>), carboidratos não fibrosos (CCNF), carboidratos totais (CCHT) e nutrientes digestíveis totais (CNDT) são apresentados na Tabela 3.

Apesar de não ocorrer influência ( $P > 0,05$ ) da presença do farelo de girassol nas dietas dos animais sobre o PVI e PVF, verificou-se uma variação positiva no ganho de peso vivo médio dos animais ( $\hat{Y} = 4,18$  kg) durante o período experimental. Porém, essa variação não foi uniforme para todos os tratamentos, sendo observado maior média de ganho de peso para os animais alimentados com dietas que apresentavam o nível de 33% de farelo de girassol, e menor média de ganho de peso vivo para os animais com o nível de 0% de farelo de girassol na dieta (8,67 e 1,67 kg, respectivamente). Essa condição de ganho de peso apresentada pelos animais com a ingestão das dietas, demonstra que as

exigências nutricionais para a categoria animal estudada foram suficientemente atendidas pelas dietas utilizadas.

**Tabela 3.** Consumo de matéria seca, matéria orgânica e nutrientes de vacas lactantes submetidas a dietas com diferentes proporções de farelo de girassol em substituição ao farelo de soja

Itens	Nível de farelo de girassol				EPM	Valor <i>P</i>	
	0%	33%	67%	100%		L	Q
PVI, kg	590,83	581,75	585,25	589,83	5,26	0,977	0,096
PVF, kg	592,50	590,42	589,00	592,50	5,04	0,896	0,260
CMS, kg/dia	21,43	22,22	21,59	22,04	0,42	0,561	0,710
CMS, %PV	3,62	3,79	3,68	3,73	0,07	0,559	0,440
CMS, %PV <sup>0,75</sup>	17,85	18,65	18,11	18,37	0,32	0,558	0,499
CMO, kg/dia	14,87	15,76	15,01	15,47	0,39	0,629	0,659
CMM, kg/dia	0,71	0,76	0,73	0,72	0,03	0,968	0,398
CPB, kg/dia	2,90	2,99	2,80	2,75	0,07	0,146	0,443
CEE, kg/dia	0,21	0,25	0,24	0,26	0,01	<,001	0,065
CFDN <sub>cp</sub> , kg/dia	4,75	5,46	5,70	6,53	0,17	<,001	0,738
CFDN <sub>cp</sub> , %PV	0,80	0,93	0,97	1,10	0,03	<,001	0,966
CCNF, kg/dia	7,00	7,05	6,26	5,92	0,20	<,001	0,405
CCHT, kg/dia	11,75	12,51	11,96	12,46	0,32	0,379	0,743
CNDT, kg/dia	14,06	14,32	16,47	13,63	0,33	0,950	0,411

PVI = peso vivo inicial, PVF = peso vivo final, CMS = consumo de matéria seca, CMO = matéria orgânica = CMM = matéria mineral, CPB = proteína bruta, CEE = extrato etéreo, CFDN = fibra em detergente neutro, CCNF = carboidratos não fibrosos, CCHT = carboidratos totais, CNDT = nutrientes digestíveis totais.

EPM = erro padrão da média; *P* = probabilidade; L = efeito linear; Q = efeito quadrático; PV = peso vivo; ns = não significativo. \* = significativo a 5% de probabilidade

Sabe-se que é a partir da ingestão de matéria seca que ocorrerá o fornecimento da quantidade de nutrientes necessários para atender as necessidades de manutenção e de produção dos animais (DOMINGUES et al., 2010). Na presente pesquisa, o consumo de MS nas diferentes unidades em que foi expresso (kg/dia, %PV e %PV<sup>0,75</sup>), não foi influenciado ( $P>0,05$ ) pela presença do farelo de girassol em substituição ao farelo de soja nas dietas (Tabela 3). Comportamento semelhante foi observado quanto aos consumos de MO, MM, PB, CHT e NDT expressos em kg/dia, o que é justificado pela semelhante ingestão de MS pelos animais nos diferentes tratamentos e pela semelhança nos teores desses constituintes nas dietas formuladas (Tabela 2).

O consumo médio de MS encontrado neste estudo foi de 21,82 kg/dia, valor inferior ao observado por Razzaghi et al. (2016) que, suplementando vacas em lactação com farelo de girassol não encontraram influência no CMS, obtendo média de 24,9 kg/MS/dia. Mendes et al. (2005) utilizando três fontes de energia tendo o farelo de girassol como fonte proteica na alimentação de novilhos, também não encontraram influência no



consumo de MS, MO e EE. Esses autores associaram a não influência nesses parâmetros, à similaridade desses constituintes nas dietas utilizadas.

O consumo de EE aumentou ( $P<0,05$ ) de acordo com o nível de substituição do farelo de soja pelo farelo de girassol nas dietas. Os teores de extrato etéreo das dietas utilizadas ficaram abaixo de 7% (Tabela 2), resultado este que não interfere na dinâmica ruminal, uma vez que o NRC (2001) estabelece esse valor como limite máximo, a partir do qual, ocorreria redução no consumo de MS de vacas em lactação. Além que, Silva (2012) cita que grãos de oleaginosas como a do girassol, apresentam gordura protegida da fermentação ruminal, então são inertes à ação da população microbiana e, desta forma, não exercem efeito negativo sobre o processo de degradação da fração fibrosa.

O consumo de  $FDN_{cp}$  em kg/dia e em % do PV aumentou ( $P<0,05$ ) à medida que se elevou o nível de substituição do farelo de soja pelo farelo de girassol nas dietas (Tabela 3), o que pode ser atribuído ao aumento da participação deste constituinte (FDN) nas dietas contendo farelo de girassol (Tabela 2) em resposta à sua maior concentração neste ingrediente em relação ao farelo de soja: 45,47 vs 18,06% de FDN na MS (Tabela 1).

Segundo Garcia et al. (2006), rações contendo altos teores de FDN promovem redução na ingestão de MS, devido à limitação provocada pelo enchimento do retículo-rúmen do animal, no entanto, a variação no consumo de FDN observada no presente estudo não foi capaz de alterar o consumo de MS dos animais. Cleef et al. (2011) trabalhando com fontes energéticas associadas ao farelo de girassol e a ureia como fontes proteicas nas dietas de bovinos, observaram maior ingestão de FDN para os animais alimentados com dietas contendo farelo de girassol, resultado esse, em decorrência da maior presença desse constituinte na composição do farelo de girassol.

O consumo de CNF, em kg/dia, foi reduzido ( $P<0,05$ ) em função dos níveis de farelo de girassol nas dietas (Tabela 3), o que pode ser explicado pelo aumento no consumo de  $FDN_{cp}$  presente nas dietas experimentais, uma vez que o valor desse constituinte é utilizado no cálculo para estimar o consumo de CNF. Além disso, com a inclusão do farelo de girassol, reduziu-se a quantidade de farelo de milho nas dietas, ingrediente esse que apresentou maior teor de CNF na sua composição em relação aos demais ingredientes utilizados (Tabela 2), o que pode ter contribuído para o menor consumo de CNF entre as dietas com maior inserção de farelo de girassol.

O conhecimento da digestibilidade dos nutrientes presente na dieta ingerida é essencial para elaboração de planos nutricionais mais eficientes e que supram as exigências dos animais. Na tabela 4 são apresentados os coeficientes de digestibilidade

aparente de algumas frações das dietas experimentais utilizadas. Não foram verificadas diferenças ( $P>0,05$ ) nos coeficientes de digestibilidade aparente da MS, MO, PB, FDN<sub>cp</sub>, CNF e CHT entre as dietas, com médias de 78,47, 72,60, 72,81, 51,95, 90,81 e 72,94%, respectivamente. Esses resultados estão de acordo com os de Garcia et al., (2004), que não observaram variação na digestibilidade aparente de MS, PB e FDN, ao avaliarem o efeito de níveis de farelo de girassol (0, 15, 30 e 45%) na alimentação de bovinos leiteiros. Cleff et al. (2011), avaliando a interação de fontes proteicas e energéticas na dieta de bovinos leiteiros confinados, observaram menores coeficientes de digestibilidade da MS, PB e FDN que o observado na presente pesquisa, na ordem de 62,8, 56,9 e 43,7%, respectivamente, quando o farelo de girassol foi utilizado como fonte proteica.

**Tabela 4.** Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca e nutrientes de vacas em lactação submetidas a dietas com diferentes proporções de farelo de girassol em substituição ao farelo de soja.

Variáveis	Níveis de farelo de girassol				EPM	Valor <i>P</i>	
	0%	33%	67%	100%		L	Q
CDMS, %	78,77	79,68	78,05	77,39	0,79	0,133	0,350
CDMO, %	72,61	74,69	71,68	71,42	0,49	0,218	0,326
CDPB, %	73,03	73,65	72,81	71,74	0,70	0,343	0,444
CDFDN <sub>cp</sub> , %	47,40	55,64	51,31	53,47	1,47	0,165	0,173
CDCNF, %	90,55	91,04	90,20	91,47	0,45	0,558	0,596
CDCHT, %	73,09	75,56	71,67	71,44	0,84	0,124	0,282

Coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS), matéria orgânica (CDMO), proteína bruta (CDPB), fibra em detergente neutro (CDFDN), carboidratos não fibrosos (CDCNF) e carboidratos totais (CDCHT).

EPM = erro padrão da média; *P* = probabilidade; L = efeito linear; Q = efeito quadrático. ns = não significativo; \* = significativo a 5% de probabilidade.

Não houve influência das dietas ( $P>0,05$ ) sobre a produção de leite (PL), cuja média foi de 26,37 kg/dia (Tabela 5). A produção de leite corrigida para 4% de gordura (PLCG) aumentou ( $P<0,05$ ) de acordo com o aumento na quantidade de farelo de girassol em substituição ao farelo de soja nas dietas, comportamento semelhante também verificado no teor e na quantidade de gordura no leite (Tabela 5).

O aumento na PLCG se deve ao maior teor e a maior produção de gordura verificada no leite dos animais alimentados com dietas apresentando maiores quantidades de farelo de girassol, uma vez que para obtenção desse resultado leva em consideração o nível de gordura no leite.

Os resultados para PL obtido neste trabalho, estão de acordo com o encontrado por Brito et al. (2015), que analisando a interação de fontes energéticas e proteicas na produção e composição do leite e na utilização de nutrientes por vacas, observaram maior

produção de leite corrigida para gordura e maior teor de gordura no leite, quando tinha farelo de girassol presente na mistura concentrada. Aguiar et al. (2015), avaliando a composição do leite de vacas mestiças (H/Z) alimentadas com diferentes fontes de compostos nitrogenados nas dietas, dentre elas o farelo de soja e o farelo de girassol, não verificaram diferença para PL e PLCG, com médias de 17,8 e 20,1 kg/dia, respectivamente.

**Tabela 5.** Produção e composição do leite e eficiência alimentar de vacas submetidas a dietas com diferentes proporções de farelo de girassol em substituição ao farelo de soja

Variáveis	Nível de farelo de Girassol				EPM	Valor <i>P</i>	
	0%	33%	67%	100%		L	Q
PL, kg/d	26,25	26,60	26,22	26,41	0,99	0,931	0,761
PLCG, kg/d	25,13	25,72	25,44	26,24	0,91	0,016	0,689
Gordura (%)	3,76	3,81	3,83	3,96	0,06	0,004	0,341
Gordura, kg/dia	1,56	1,55	1,57	1,61	0,07	0,031	0,264
Proteína (%)	3,24	3,30	3,24	3,23	0,04	0,400	0,093
Proteína, kg/dia	1,34	1,34	1,33	1,33	0,06	0,562	0,736
Lactose (%)	4,58	4,50	4,54	4,52	0,03	0,290	0,297
Lactose, kg/dia	1,87	1,82	1,86	1,84	0,07	0,570	0,525
ST (%)	12,53	12,62	12,60	12,70	0,11	0,012	0,546
ST, kg/dia	5,15	5,12	5,17	5,21	0,22	0,195	0,421
ESD (%)	8,77	8,77	8,77	8,76	0,06	0,971	0,831
NUL mg/dL	12,63	12,57	11,72	12,27	0,33	0,373	0,524
EA	1,25	1,19	1,21	1,19	0,04	0,228	0,600

PL = Produção de leite; PLCG = Produção de leite corrigida para 4% de gordura; ST = Sólidos totais; ESD = Extrato seco desengordurado; NUL = Nitrogênio uréico do leite; EA = Eficiência alimentar.

EPM = erro padrão da média; *P* = probabilidade; L = efeito linear; Q = efeito quadrático. ns = não significativo; \* = significativo a 5% de probabilidade.

O teor de gordura é o principal constituinte do leite que pode apresentar variação na sua concentração de acordo com a dieta ingerida. E o aumento ( $P<0,05$ ) observado no teor de gordura do leite na presente pesquisa, pode estar relacionado com a diminuição no consumo de CNF ( $P<0,05$ ) e o aumento no consumo de FDN ( $P<0,05$ ) (Tabela 3), que provavelmente resultou em maior estímulo a mastigação, mantendo o fluxo de saliva e um pH favorável para o desenvolvimento das bactérias fibrolíticas, que possivelmente promoveram mudanças na proporção dos ácidos graxos voláteis ruminal (AGVs), elevando o nível de acetato e de  $\beta$ -OH butirato em relação ao proprionato. O acetato e o butirato são precursores da via de síntese do novo de ácidos graxos de cadeia curta e média na glândula mamária de animais ruminantes (NUDDA et al., 2014; PAIVA et al., 2013), os quais são os principais constituintes da gordura do leite em bovinos. Broderick (2003) trabalhando com variações nos níveis de proteína e energia na dieta de vacas em

lactação, observaram maior teor de gordura no leite quando as dietas apresentaram maior concentração de FDN.

Embora tenha ocorrido variação, o teor médio de gordura no leite foi de 3,84%, estando acima do valor recomendado pela Instrução Normativa 62, que é de no mínimo 3,0% para o leite integral (BRASIL, 2011).

O teor e a quantidade de proteína no leite não foram afetados pelas dietas ( $P>0,05$ ), cujas médias foram 3,25% e 1,34 kg/dia, respectivamente (Tabela 5), mostrando que os animais foram eficientes em manter o nível proteico do leite, e que não houve limitação na proteína metabolizável com o fornecimento de dietas contendo diferentes níveis de farelo de girassol em substituição ao farelo de soja. Valendo ressaltar que o teor de proteína do leite neste estudo encontra-se acima do limite mínimo estabelecido pela Instrução Normativa 62, que é de no mínimo 2,9% para o leite integral (BRASIL, 2011).

Não houve influência ( $P>0,05$ ) dos tratamentos nos teores e quantidades de lactose, apresentando médias de 4,54% e 1,85 kg/dia, respectivamente. Tal componente dificilmente é alterado pelas modificações dietéticas, apresentando-se como o componente com concentração mais estável no leite. Porém, a concentração de lactose no leite é dependente principalmente da quantidade de glicose que é produzido pelo fígado a partir do ácido propiônico produzido no rúmen, sendo este verificado no rúmen em maiores proporções quando maiores quantidades de carboidratos não fibrosos compõe a dieta fornecida aos animais.

O teor de sólidos totais (ST) é um importante indicador da qualidade do leite, o qual é representado pela soma de todas as partes sólidas do leite, principalmente pelos teores de gordura e proteína, considerados na indústria de laticínios, como os componentes que promovem o rendimento de subprodutos oriundos do leite, e por meio dos quais, a depender da região, se faz o pagamento ao produtor pela qualidade do produto entregue.

No presente trabalho, o teor de ST no leite apresentou variação crescente ( $P<0,05$ ) de acordo com o nível de substituição do farelo de soja pelo farelo de girassol, esta alteração pode ser justificada pela alteração ocorrida no teor de gordura do leite que apresentou comportamento semelhante. Ao suplementar vacas (18,18kg leite/dia) com rações contendo 0, 24, 48, e 72% de torta de girassol, Santos et al. (2012) verificaram alteração nos teores de sólidos totais. Tais alterações, de acordo com os autores, foram acarretadas pelo aumento no teor de gordura do leite de acordo com o aumento do nível de torta de girassol nas dietas.

A quantidade de ST, kg/dia, e o teor de extrato seco desengordurado (ESD) no leite não foram influenciados pelos tratamentos ( $P>0,05$ ). Apesar da variação no teor e na quantidade de gordura excretada no leite, esses não foram capazes de influenciar o teor de ESD ( $\hat{Y} = 8,77\%$ ), estando próximo da faixa recomendada pela legislação (Instrução Normativa 62), que preconiza o valor mínimo de 8,4% para o teor de sólidos não gordurosos no leite integral bovino (BRASIL, 2011).

O teor de nitrogênio uréico no leite (NUL) não foi influenciado ( $P>0,05$ ) pelos níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de girassol, apresentando concentração média de 12,28 mg/dL. Resultado este, de acordo com as recomendações de Aguiar et al. (2015), que citam uma variação de 12 a 18 mg/dL de NUL de bovinos como níveis aceitáveis. Demonstrando que não houve excesso de nitrogênio degradável no rúmen, além da capacidade dos microrganismos ruminais utilizarem na síntese de proteína microbiana

A eficiência alimentar (EA) não foi influenciada ( $P>0,05$ ) pelos tratamentos, sendo verificado uma produção média de 1,21 kg de leite/kg de MS consumida (Tabela 5). Este comportamento estatístico é reflexo da ausência de efeito dos tratamentos sobre consumo de MS e a produção de leite pelos animais.

O fato das dietas constituídas pelo farelo de girassol em substituição ao farelo de soja não ter influenciado negativamente o consumo e a digestibilidade dos nutrientes, assim como, a produção e composição do leite das vacas, proporciona aos produtores de leite, opções diante da logística de utilização do farelo de girassol na alimentação dos animais, e com base na disponibilidade e preço, pode-se optar pela substituição do farelo de soja por determinado ingrediente.

## CONCLUSÃO

O farelo de girassol pode ser utilizado em até 100% de substituição ao farelo de soja na alimentação de vacas em lactação como principal fonte proteica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

AGUIAR, A. C. R. et al. Composição do leite de vacas alimentadas com diferentes fontes de compostos nitrogenados. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador - BA, v. 16, n. 3, p. 591-605, 2015.

ALVES, A. F. et al. Substituição do farelo de soja por farelo de algodão de alta energia em dietas para vacas leiteiras em produção: consumo, digestibilidade dos nutrientes, balanço de nitrogênio e produção de leiteira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 3, p. 532-540, 2010.

AMANLOU, H.; FARAHANI, T. A.; FARSUMI, N. E. Effects of rumen undegradable protein supplementation on productive performance and indicators of protein and energy metabolism in Holstein fresh cows. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 5, p. 1-13, 2017.

ANTUNES, A. P. S. **Coprodutos de oleaginosas em dietas para vacas lactantes em pastejo**. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB. Itapetinga-BA, p. 177. 2017.

BERNARD, J. K. Oilseed and oilseed meals. **Encyclopedia of dairy Sciences**, p. 349-355, 2011.

BRASIL. Instrução Normativa nº62, de 29 de dezembro de 2011. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Leite Cru Refrigerado. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 30 dez. 2011. Seção 1.

BRITO, A. F. et al. interactions of corn meal or molasses with a soybean-sunflower meal mix or flaxseed meal on production, milk fatty acid composition, and nutrient utilization in dairy cows fed grass hay-based diets. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 1, p. 443-457, 2015.

BRITO, A. F.; BRODERICK, G. A. Effects of different protein supplements on milk production and nutrient utilization in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 90, n. 4, p. 1816-1827, 2007.

BRODERICK, G. A. Effects of varying dietary protein and energy levels on the production of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n. 4, p. 1370-1381, 2003.

CHIZZOTTI, M. L. et al. Consumo, digestibilidade e excreção de uréia e derivados de purinas em vacas de diferentes níveis de produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 1, p. 138-146, 2007.

CLEEF, E. H. C. B. V. et al. Consumo e digestibilidade de dietas contendo fontes energéticas associadas ao farelo de girassol ou ureia em novilhos confinados. **Acta Scientiarum. Animal Science**, Maringá - PR, v. 33, n. 2, p. 163-168, 2011.

CLEEF, E. H. C. B. V. et al. Fontes Energéticas associadas ao farelo de girassol ou à ureia em dietas para novilhos. **Archivos de Zootecnia**, v. 61, n. 235, p. 415-423, 2012.

DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; VALDARES FILHO, S. C. **Métodos para análises de alimentos**. 1. ed. Visconde do Rio Branco - MG, Brasil: Suprema, 2012.

DOMINGUES, A. R. et al. Consumo, parâmetros ruminais e concentração de uréia plasmática em novilhos alimentados com diferentes níveis de torta de girassol em substituição ao farelo de algodão. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina - PR, v. 31, n. 4, p. 1059-1070, 2010.

GARCIA, J. A. S. et al. Digestibilidade aparente do farelo de girassol na alimentação de bovinos leiteiros em fase de crescimento. **Ciência Animal Brasileira**, v. 5, n. 3, p. 123-129, 2004.

GARCIA, J. A. S. et al. Desempenho de bovinos leiteiros em fase de crescimento alimentados com farelo de girassol. **Ciência Animal Brasileira**, v. 7, n. 3, p. 223-233, 2006.

GOES, R. H. T. B. et al. Degradabilidade in situ dos grãos de crambe, girassol e soja, e de seus coprodutos em ovinos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá - PR, v. 32, n. 3, p. 271-277, 2010.

GONÇALVES, G. S. et al. Replacement of soybean meal by conventional and coated urea in dairy cows: intake, digestibility, production and composition of milk. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá - PR, v. 36, n. 1, p. 71-78, 2014.

GONZAGA NETO, S. O. R. L. et al. Milk Production, intake, digestion, blood parameters, and ingestive behavior of cows supplemented with by-products from the biodiesel industry. **Tropical Animal Health Production**, v. 45, p. 191-200, 2015.

LARDY, G. P.; ANDERSON, V. Canola and sunflower meal in beff cattle diets. **Veterinary Clinics Food Animal**, v. 18, p. 327-338, 2002.

MENDES, A. R. et al. Consumo e digestibilidade total e parcial de dietas utilizando farelo de girassol e três fontes de energia em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 2, p. 679-691, 2005.

MESACASA, A. C. et al. Torta de girassol em suplementos múltiplos para bovinos em pastejo no período seco do ano: desempenho produtivo e viabilidde econômica. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador - BA, v. 13, n. 4, p. 1166-1179, 2012.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requeriments of dairy cattle**. 7. ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 2001. 381 p.

NUDDA, A. et al. Feeding strategies to design the fatty acid profile os sheep milk and cheese. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 43, n. 8, p. 445-456, 2014.

OLIVEIRA, M. A. et al. Produção e composição do leite de vacas alimentadas com dietas com diferentes proporções de forragem e teores de lipídios. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 3, p. 759-766, 2007.

PAIVA, V. R. et al. Teores proteico em dietas para vacas Holandesas leiteiras em confinamento. **Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, n. 4, p. 1183-1191, 2013.

RAZZAGHI, A. et al. Effect of dietary sugar concentration and sunflower seed supplementation on lactation performance, ruminal fermentation, milk fatty acid profile, and blood metabolites of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 5, p. 1-10, 2016.

RSTUDIO, C. T. A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Viena, Austria, 2018. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>.

SANTOS, A. X. et al. Efeitos da suplementação de torta de girassol para vacas lactantes: desempenho produtivo e análise econômica. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina - PR, v. 33, n. 2, p. 3401-3410, 2012.



SILVA, D. L. S. **Utilização do farelo de girassol (*Helianthus annus L.*) na alimentação de cordeiros confinados.** Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Universidade Federal Rural do Semiárido - UFERSA. Mossoró - RN, p. 83. 2012.

SNIFFEN, C. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal Animal Science**, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

WEISS, W. P. **Energy prediction equations for ruminant feeds.** CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS. Ithaca: Cornell University. 1999. p. 176-185.

### **CAPÍTULO III**

---

#### **SÍNTESE DE PROTEÍNA MICROBIANA E BALANÇO DE NITROGÊNIO DE VACAS EM LACTAÇÃO ALIMENTADAS COM FARELO DE GIRASSOL EM SUBSTITUIÇÃO AO FARELO DE SOJA**

## **SÍNTESE DE PROTEÍNA MICROBIANA E BALANÇO DE NITROGÊNIO DE VACAS EM LACTAÇÃO ALIMENTADAS COM FARELO DE GIRASSOL EM SUBSTITUIÇÃO AO FARELO DE SOJA**

PINHEIRO, Antônio da Costa. Universidade Federal da Paraíba, agosto de 2019. **Síntese de proteína microbiana e balanço de nitrogênio de vacas em lactação alimentadas com farelo de girassol em substituição ao farelo de soja.** Orientador: Dr. Severino Gonzaga Neto. Coorientador: Dr. Ricardo Dias Signoretti

**RESUMO** – Doze vacas mestiças (Holandês x Gir) foram distribuídas em três quadrados latinos 4x4, com o objetivo de avaliar o efeito da substituição do farelo de soja por farelo de girassol na dieta, sobre a síntese de proteína microbiana, o balanço de nitrogênio e parâmetros sanguíneos. As dietas foram compostas por 50% de silagem de milho e 50% de concentrado, com base na matéria seca. As dietas consistiram nos níveis crescentes de farelo de girassol (0%, 33%, 67% e 100%) em substituição ao farelo de soja na dieta dos animais. Não houve variação ( $P>0,05$ ) no volume urinário assim como nas excreções de ácido úrico, ureia e nitrogênio uréico, com o aumento no nível de farelo de girassol em substituição ao farelo de soja nas dietas. As dietas não influenciaram ( $P>0,05$ ) as excreções de alantoína na urina e no leite, os derivados de purinas na urina, as purinas absorvidas, a síntese de compostos nitrogenados e a eficiência de síntese de proteína microbiana. A quantidade de nitrogênio ingerido e digerido não apresentou influência dos tratamentos ( $P>0,05$ ), assim como, as excreções de nitrogênio total via urina, leite e fezes. O balanço de nitrogênio não foi influenciado pelos tratamentos ( $P>0,05$ ), apresentando uma retenção média de 11,85 g/dia de N. A concentração sérica de nitrogênio uréico, ureia e glicose não foram influenciadas ( $P>0,05$ ) pelos tratamentos. Porém, a concentração de glicose foi influenciada ( $P<0,05$ ) pelos tempos de coletas, apresentando maiores concentrações sanguíneas quatro horas após o início da alimentação. O farelo de girassol pode consistir como alternativa ao farelo de soja na alimentação de vacas lactantes em até 100% de substituição, sem alterar a síntese de proteína microbiana, o balanço de nitrogênio e os níveis séricos de nitrogênio uréico e ureia.

**PALAVRAS-CHAVE:** balanço proteico, coproduto, glicose sérica, produção microbiana, ruminantes

# **MICROBIAL PROTEIN SYNTHESIS AND NITROGEN BALANCE OF LACTATING COWS FED SUNFLOWER MEAL INSTEAD OF SOYBEAN MEAL**

PINHEIRO, Antônio da Costa. Federal University of Paraíba, August 2019. **Microbial protein synthesis and nitrogen balance of lactating cows fed sunflower meal replacing of soybean meal.** Advisor: Dr. Severino Gonzaga Neto. Coordinator: Dr. Ricardo Dias Signoretti

**ABSTRACT** – Twelve crossbred cows (Holstein x Gir) were distributed in three 4x4 Latin Squares to evaluate the effect of soybean meal replacement by sunflower meal on the microbial protein synthesis, nitrogen balance and blood parameters. The diets were composed of 50% corn silage and 50% concentrate, based on dry matter. The treatments consisted of increasing levels of sunflower meal (0%, 33%, 67% and 100%) replacing soybean meal in the animals diet. There was no variation ( $P>0.05$ ) in urinary volume as well as in the excretion of uric acid, urea and urea nitrogen, with the increase in sunflower meal level replacing soybean meal in diets. The diets did not influence ( $P>0.05$ ) urine and milk allantoin excretions, urine purine derivatives, absorbed purines, synthesis of nitrogenous compounds and microbial protein synthesis efficiency. The amount of nitrogen ingested and digested showed no influence of treatments ( $P>0.05$ ), as well as the total nitrogen excretion via urine, milk and feces. Nitrogen balance was not influenced by the treatments ( $P>0.05$ ), with an average retention of 11.85 g/day of N. The serum concentration of urea nitrogen, urea and glucose were not influenced ( $P>0.05$ ) by the treatments. However, the glucose concentration was affected ( $P<0.05$ ) by sampling time, showing higher blood concentrations four hours after the start of feeding. Sunflower bran can be an alternative to soybean meal in up to 100% replacement lactating cows without changing microbial protein synthesis, nitrogen balance and serum urea nitrogen and urea levels.

**KEYWORDS:** co-product, microbial production, protein balance, ruminants, serum glucose

## INTRODUÇÃO

Na alimentação de bovinos leiteiros, geralmente as fontes de proteína são os ingredientes de custo mais elevado, e entre as fontes proteicas disponíveis no mercado, o farelo de soja é o mais utilizado devido ao seu valor nutricional se aproximar aos exigidos pelos animais. Porém, a soja é um dos ingredientes que apresenta grandes variações de preço em função das necessidades do mercado, além de ser um constituinte utilizado na alimentação humana e compor a base da alimentação de outras espécies animal, como aves e suínos, e também ser utilizada nos últimos anos na indústria, como fonte alternativa para geração de biocombustíveis. Dessa forma, a busca por alimentos alternativos ao farelo de soja para compor as dietas de ruminantes, de forma que não comprometam o desempenho dos animais e que possam tornar o sistema produtivo economicamente viável, torna-se importante (OLIVEIRA et al., 2013).

Como alternativa, para atender as necessidades proteicas e manter o desempenho produtivo de vacas em lactação com diminuição nos custos de produção, tem sido sugerido o farelo de girassol, um subproduto originado do beneficiamento da semente de girassol através do processo de extração do óleo. Diversos estudos têm demonstrado que esse subproduto contém nutrientes em quantidades satisfatórias para ser utilizado na alimentação de ruminantes sem prejudicar o desempenho produtivo (ANTUNES, 2017; AGUIAR et al., 2015; BRITO et al., 2015; CLEEF et al., 2012; CLEEF et al., 2011; LOMBARDI et al., 2010; GARCIA et al., 2006; BETT et al., 2004). Entretanto, como fonte principal de proteína na dieta de vacas em lactação, as pesquisas são escassas.

A exigência de proteína metabolizável em ruminantes é atendida em grande parte pela proteína de origem microbiana sintetizada no rúmen e através da proteína dietética que não é degradada no rúmen, sendo essas, consideradas as principais fontes de aminoácidos para ruminantes, tendo ainda, uma menor contribuição endógena das células de descamação (BARBOSA et al., 2006; NRC, 2001). Segundo GOES et al. (2011) a proteína microbiana fornece 50% ou mais dos aminoácidos disponíveis para a absorção intestinal. Assim, visando uma maior eficiência na produção de ruminantes, procura-se viabilizar ao máximo a produção da proteína microbiana ruminal (OLIVEIRA et al., 2007).

A proteína de origem microbiana é sintetizada a partir do processo de fermentação no rúmen, por meio da degradação do alimento ingerido, através de processos que dependem de complexas inter-relações que envolvem as diversas espécies de

microrganismos ruminais, da disponibilidade de carboidratos, nitrogênio e do próprio metabolismo do animal. De acordo com o NRC (2001), a proteína sintetizada pelos microrganismos ruminais possui excelente perfil aminoacídico e composição pouco variável.

Dessa forma, estudos dos mecanismos que envolvem a síntese da proteína microbiana e dos fatores relacionados a sua utilização pelo organismo do animal, diante da substituição de ingredientes tradicionais por novos alimentos, são de grande importância, para garantir o atendimento das exigências de nitrogênio dos microrganismos ruminais e manter o fluxo de proteína microbiana para absorção intestinal.

Métodos para avaliação da síntese ruminal de proteína microbiana baseados na utilização da excreção de derivados de purinas na urina tem sido empregado constantemente, por serem técnicas menos invasivos que a utilização de animais fistulados (OLIVEIRA et al., 2007; CETINKAYA et al., 2006). Nessa técnica, assume-se que os ácidos nucleicos presentes no duodeno são de origem predominantemente microbiana e que, após digestão intestinal dos nucleotídeos purínicos, as purinas absorvidas são catabolizadas e recuperadas proporcionalmente na urina como derivados de purinas (CHIZZOTTI et al., 2006).

Na tentativa de simplificar a obtenção de dados experimentais e eliminar o desconforto causado aos animais por funis ou cateteres utilizados nas técnicas de coletas totais de urina em períodos de 24 horas, tem-se utilizado a creatinina excretada na urina como indicador para estimativa do volume urinário total em bovinos (CHIZZOTTI et al., 2008; LEAL et al., 2007). Dados da literatura têm demonstrado que a excreção de creatinina é constante e pouco variável em função do peso corporal e da dieta ingerida (BROSSILLON et al., 2018; MOLINA, 2012; PEREIRA et al., 2011; GEHMAN e KONONOFF, 2010; CHIZZOTTI et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2007; RENNÓ et al., 2000), tornando possível a utilização da excreção de creatinina para estimar o volume urinário, sem a necessidade de coleta total de urina.

Assim, a coleta de uma única amostra de urina, denominada amostra *spot*, e determinada a concentração de creatinina, a excreção de compostos nitrogenados urinários como ureia e os derivados de purinas poderá ser estimada, facilitando a obtenção de dados experimentais e possibilitando a utilização dessa técnica a campo (CHIZZOTTI et al., 2006; MENDONÇA et al., 2006).

A avaliação do balanço de nitrogênio no animal e da concentração de metabólitos sanguíneos e urinários, em especial, de nitrogênio uréico e ureia, permite a obtenção de informações a respeito da nutrição proteica de animais ruminantes (PESSOA et al., 2009). Fornecendo subsídios adicionais sobre o perfil proteico das dietas, evitando-se perdas econômicas, produtivas, reprodutivas e ambientais, decorrentes do fornecimento de quantidades excessivas de proteína ou inadequada sincronia energia-proteína no rúmen (LEAL et al., 2007), podendo ajudar a explicar as diferenças observadas no desempenho animal diante do tipo de dieta fornecida (SOUZA et al., 2006).

Dessa forma, objetivou-se a partir desse estudo avaliar a síntese de proteína microbiana, o balanço de nitrogênio e metabólitos sanguíneos de vacas em lactação, mantidas em sistema de criação intensiva, alimentadas com farelo de girassol em substituição ao farelo de soja.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

As técnicas e os procedimentos utilizados na presente pesquisa estão dentro das normas do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA) e foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP – Jaboticabal – SP (protocolo n° 026103/13, em reunião ordinária do dia 04 de dezembro de 2013).

### *Local, animais e delineamento experimental*

O experimento foi conduzido no Setor de Bovinocultura de Leite e Laboratório de Análises de Produtos de Origem Animal e Vegetal (LAPROVA), pertencentes ao Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios da Alta Mogiana (PRDTA-AM), situados no município Colina-SP (latitude de 20° 43' 05"S e longitude de 48° 32' 38"W), no período de outubro a dezembro de 2016. O clima da região é do tipo AW, segundo classificação de Köppen. Os índices meteorológicos médios registrados durante o período experimental foram: precipitação pluvial de 265,5mm, temperatura mínima de 18,2°C e máxima média de 31,9°C.

Foram utilizadas 12 vacas mestiças, 7/8 Holandês x Gir, multíparas em lactação, com peso corporal médio inicial de 578±42 kg, média de 12 semanas de lactação e produção média inicial de 28±3,2 kg de leite/vaca/dia. Os animais foram alojados em baias individuais com área de 12,87 m<sup>2</sup>. Todas as baias eram parcialmente cobertas,

revestidas por piso de concreto, providas de comedouro individual coberto e bebedouro de concreto comum a cada duas baias.

O experimento teve duração de 68 dias, os quais foram divididos em 04 períodos de 17 dias cada, sendo os 10 primeiros dias destinados à adaptação dos animais à dieta e os sete últimos dias à coleta de dados e amostras. O delineamento experimental adotado foi triplo quadrado latino 4x4, sendo cada quadrado composto por quatro animais, quatro tratamentos e quatro períodos, sendo realizados simultaneamente.

#### *Manejo dos animais, tratamentos experimentais e composição da dieta*

Foram utilizadas quatro dietas experimentais constituídas de níveis crescentes de farelo de girassol em substituição ao farelo de soja (0%; 33%; 67% e 100%, com base na MS). As dietas foram formuladas conforme as recomendações do NRC (2001), para atender as exigências de produção de 28 kg de leite dia com 3,5% de gordura. A silagem de milho foi utilizada como volumoso, e o concentrado foi formulado a partir de milho moído, farelo de soja, farelo de girassol, calcário calcítico e mistura mineral, cujas composições bromatológica e participações proporcionais nas dietas estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

**Tabela 1.** Composição bromatológica dos ingredientes das dietas experimentais, g/kg de MS

Componentes	Silagem de Milho	Milho Moído	Farelo de Soja	Farelo de Girassol
Matéria seca, g/kg de MN	316,1	900,9	911,6	920,3
Matéria orgânica	954,1	964,3	905,8	931,8
Matéria mineral	45,9	35,7	94,2	68,2
Proteína bruta	87,6	103,5	520,4	322,9
Extrato etéreo	19,4	11,1	8,2	9,9
FDN <sub>cp</sub> <sup>1</sup>	493,9	94,5	180,6	454,7
FDA <sup>2</sup>	291,3	40,5	121,3	344,6
FDNi <sup>3</sup>	142,6	10,9	10,3	307,5
Carboidratos não fibrosos	353,2	755,2	194,9	144,4
Carboidratos totais	847,1	849,8	375,5	599,0

<sup>1</sup>Fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína; <sup>2</sup>Fibra em detergente ácido; <sup>3</sup>Fibra em detergente neutro indigestível

A alimentação foi fornecida duas vezes ao dia, às 08:00h (50%) e 16:00h (50%), após cada ordenha, na forma de ração completa, sendo permitido sobras de 10% do total da matéria natural ofertada no dia. Antes do fornecimento da alimentação matinal as



sobras foram recolhidas e pesadas diariamente para fins de ajustes da quantidade de ração a ser ofertada durante o dia.

**Tabela 2.** Proporção dos ingredientes e composição nutricional das dietas experimentais

Ingredientes (g/kg de MN)	Níveis de farelo de girassol (%)			
	0	33	67	100
Silagem de milho	501,7	501,2	500,5	499,6
Milho moído	279,1	253,2	220,4	183,0
Farelo de Soja	185,2	141,2	80,3	----
Farelo de Girassol	----	70,4	164,9	283,6
Mistura Mineral <sup>1</sup>	26,1	26,1	26,1	26,1
Calcário Calcítico	7,8	7,8	7,8	7,8
Composição nutricional (g/kg de MS)				
Matéria Seca, g/kg MN	578,9	580,1	581,8	583,8
Matéria Orgânica	915,6	915,9	916,5	917,4
Matéria Mineral	50,4	50,1	49,6	48,8
Proteína Bruta	169,2	166,3	161,7	154,3
Extrato Etéreo	14,3	14,4	14,4	14,5
FDN <sub>cp</sub> <sup>2</sup>	307,6	329,0	357,5	393,0
FDA <sup>3</sup>	179,9	197,6	221,3	250,7
Carboidratos Não Fibrosos	424,1	406,0	382,7	355,6
Carboidratos Totais	731,7	735,0	740,2	748,6

<sup>1</sup>Níveis de garantia por kg do produto: Fósforo: 73 g; Cálcio: 200 g; Sódio: 64 g; Enxofre: 15 g; Magnésio: 15 g; Flúor: 1.000 mg; Zinco: 3.520 mg; Cobre: 1.250 mg; Manganês: 1.300 mg; Ferro: 1.700 mg; Cobalto: 160 mg; Iodo: 186 mg; Selênio: 27 mg; Vitamina A: 134.000 UI; Vitamina D: 13.500 UI e Vitamina E: 1.330 UI. <sup>2</sup>Fibra em Detergente Neutro corrigida para cinza e proteína, <sup>3</sup>Fibra em Detergente Ácido.

#### *Amostragem dos ingredientes, das dietas utilizadas e da excreção fecal*

Amostras de silagem de milho foram colhidas diariamente durante todo o período experimental no turno da manhã. Os ingredientes utilizados na mistura concentrada e a mistura concentrada foram amostrados a cada nova mistura. Amostras de sobras e das dietas ofertadas foram colhidas diariamente, durante o período de coleta, sendo armazenadas em sacos plásticos devidamente identificados e mantidos em freezer a -20°C. Ao término de cada período experimental, as amostras foram descongeladas em temperatura ambiente e posteriormente feitas amostras compostas dos ingredientes e da mistura concentrada por período de coleta, e das sobras e dietas ofertadas, por período de coleta e por animal. Após a amostragem ao final de cada período, todo o material foi pré-seco em estufa de ventilação forçada a 65°C e processado em moinho de facas tipo Willey, sendo moído em peneira de 1mm para determinação da composição bromatológica e em seguida foram armazenadas em potes plásticos devidamente identificados e enviadas ao laboratório.

Durante os 14º, 15º e 16º dias de cada período, amostras de fezes foram coletadas diretamente da ampola retal ou através da excreção espontânea a intervalos de 4 horas, (0 horas - antes da alimentação matinal, 4 e 8 horas após o fornecimento da dieta matinal), sendo armazenadas em sacos plásticos e congeladas a -20°C. Ao final de cada período experimental as amostras foram descongeladas a temperatura ambiente, pré-secas em estufa de ventilação forçada a 65°C, e processado em moinhos de facas tipo Willey em peneira de 1mm e armazenadas em potes plásticos devidamente identificados para posterior análises laboratoriais.

### *Análises química*

As análises químicas das amostras dos ingredientes, do concentrado, das dietas e das fezes foram determinadas conforme as seguintes metodologias: matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína (FDN<sub>cp</sub>), foram realizadas segundo metodologias descritas por DETMANN et al. (2012). A FDN dos ingredientes e das misturas do concentrado foi estimada conforme Van Soest et al. (1991), utilizando  $\alpha$ -amilase a oito molar.

Os carboidratos não fibrosos (CNF) e os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram estimados através da equação proposta por Weiss (1999):

$$\text{CNF(g/kg)} = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM + \%FDN_{cp});$$

$$\text{NDT (g/kg)} = [\text{PBD} + (\text{EED} \times 2,25) + \text{FDN}_{cp}\text{D} + \text{CNFD}];$$

em que: %PB = proteína bruta, %EE = extrato etéreo, %MM = matéria mineral, %FDN<sub>cp</sub> = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína, PBD = proteína bruta digestível, EED = extrato etéreo digestível, FDN<sub>cp</sub>D = fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína digestível e CNFD = carboidratos não fibrosos digestíveis.

Os carboidratos totais (CHT) foram estimados de acordo com as equações de Sniffen et al. (1992):

$$\text{CHT (g/kg)} = 100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas);$$

em que: %PB = proteína bruta, %EE = extrato etéreo.

### *Análise da qualidade do leite*

As vacas foram ordenhadas com ordenhadeira mecânica (DeLaval®) duas vezes ao dia, às 7:00 e às 15:00 horas, utilizando solução pré-dipping e pós-dipping nos tetos de

todos animais. O registro das produções individuais de leite foi realizado durante todo o período experimental, através de medidores do tipo “Mark V” acoplados ao sistema de ordenha, no entanto, para fins de experimento foram computados apenas as produções referentes aos períodos de coleta.

No 12º, 13º e 14º dia de cada período experimental, foram colhidas amostras individuais de leite diretamente dos medidores automático acoplados ao sistema de ordenha, sendo metade da amostra constituída de leite da ordenha da manhã e a outra metade da ordenha da tarde. As amostras foram armazenadas em frascos plásticos contendo o conservante 2-bromo-2-nitropropano-1-3-diol, sendo homogeneizadas e mantidas sob refrigeração e encaminhadas ao final de cada período de coleta de leite ao laboratório, para determinação dos teores de gordura, proteína, lactose e sólidos totais, por leitura de absorção infravermelho realizada através do equipamento Bentley 2000® (BENTLEY, 1995).

#### *Balanço de nitrogênio e síntese microbiana*

No 12º dia de cada período experimental foi colhido duas amostras individuais de leite, composta de 6 mL referente a ordenha da manhã e 4 mL referente a ordenha da tarde. Essas amostras foram desproteinizadas com ácido tricloroacético (TCA) a 25%, na proporção de 10 mL de TCA : 5 mL de leite e mantidas em repouso por 30 minutos, sendo em seguida filtrada em camadas de gaze e do sobrenadante foram recolhidas duas subamostras de 2 mL em tubetes de plásticos, ependorff, para cada animal, e armazenadas a -20°C para posterior análise de alantoína de acordo com procedimentos descritos por Chen e Gomes (1992).

No 12º dia foram realizadas coletas de urina, *spot*, em micção espontânea dos animais, aproximadamente quatro horas após o fornecimento da alimentação matinal. As amostras de urina foram homogeneizadas, filtradas em camadas de gaze e duas alíquotas de 40 mL foram recolhidas para quantificação de nitrogênio total, e mais duas alíquotas de 10 mL foram recolhidas e diluídas em 40 mL de ácido sulfúrico a 0,036N, para quantificação de creatinina, ácido úrico, uréia e alantoína. A acidificação ocorreu afim de reduzir o pH da urina para valores abaixo de três, evitando a destruição bacteriana dos compostos derivados de purinas e a precipitação do ácido úrico. As amostras foram armazenadas a -20°C para posteriores análises.

Os teores de alantoína no leite e na urina foram estimados por intermédio de métodos colorimétricos, conforme especificações de Chen e Gomes (1992). As concentrações de nitrogênio total da urina foi obtida pelo método de Kjeldhal (SILVA e QUEIROZ, 2002), enquanto as concentrações de creatinina, ácido úrico e ureia foram determinadas através de kits comerciais (Labtest®), com a utilização de aparelho leitor de cor, espectrofotômetro VIS 600 PLUS FEMTO®.

A quantificação do volume urinário utilizado para o cálculo da excreção diária de nitrogênio total, ureia e derivados de purina (alantoína e ácido úrico) na urina, foi determinado por intermédio da relação entre a concentração de creatinina na urina e sua excreção por unidade de peso vivo, adotando-se como padrão o valor de 29 mg/kg PV, obtida para vacas Holandesas em lactação (VALADARES et al., 1999). A excreção de N-uréico foi obtida por meio do produto da concentração de ureia pelo volume urinário de 24 horas, multiplicando por 0,466, correspondente aos teores de N na ureia. A partir da excreção média diária de creatinina, obtida no experimento em mg/kg PV/dia, e da concentração de creatinina (mg/L) na amostra *spot* de urina, foi estimado o volume diário de urina.

A excreção dos derivados de purinas totais (DP) foi estimada pelo somatório das quantidades de alantoína e ácido úrico excretadas na urina mais a quantidade de alantoína do leite, expressas em mmol/dia. A quantidade de purinas microbianas absorvidas (Pabs, mmol/dia) foram estimadas a partir da excreção dos derivados de purinas totais (mmol/dia), através da equação:

$$Pabs = (DP - 0,236 \cdot PV^{0,75}) / 0,84;$$

em que: Pabs = purinas absorvidas (mmol/dia); DP = purinas totais (mmol/dia); 0,84 = recuperação de purinas absorvidas como derivados urinários de purinas e  $0,236 \cdot PV^{0,75}$  = excreção endógena de purina na urina (mmol) por unidade de tamanho metabólico (BOERO et al., 2001).

A síntese ruminal de compostos nitrogenados microbiano (Nmic, g/dia) foi estimada através das purinas microbianas absorvidas (Pabs, mmol/dia), usando equação descrita por Chen e Gomes (1992):

$$Nmic \text{ (g/dia)} = (70 \cdot Pabs) / (0,83 \cdot 0,116 \cdot 1000);$$

onde 70 = conteúdo de nitrogênio nas purinas (mgN/mmol); 0,83 = digestibilidade intestinal das purinas microbianas e 0,116 = proporção Npurina:Ntotal nas bactérias.

A síntese de proteína microbiana (Pmic, g/dia) foi obtida a partir da multiplicação da síntese ruminal de compostos nitrogenados (Nmic, g/dia) por 6,25 e a eficiência de

síntese de proteína microbiana (Emic g/kgNDT) foi calculada dividindo-se a síntese de proteína microbiana (Pmic, g/dia) pelo consumo de nutrientes digestíveis totais (NDT, kg/dia).

O balanço de compostos nitrogenados (BN, g/dia) foi obtido pela diferença entre o total de nitrogênio ingerido (N-total) e o total de nitrogênio excretado nas fezes (N-fezes), no leite (N-leite) e na urina (N-urina). A determinação do nitrogênio total nas fezes e na urina foi feita segundo metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002) e o nitrogênio uréico do leite (mg/dL) pelo método enzimático e espectrofotométrico, com a utilização do analisador ChemSpeck 150® (BENTLEY, 1995b).

#### *Parâmetros sanguíneos*

A coletas de sangue foram realizadas no 17º dia de cada período experimental por punção da artéria coccígea, a zero (anteriormente a alimentação), quatro e oito horas após o fornecimento da dieta matinal.

As amostras foram colhidas em tubos vacuolizados (Vacutainer) de 10 mL contendo Heparina Sódica para quantificação de ureia e de 5 mL contendo Fluoreto de Sódio + EDTA K para quantificação de glicose, devidamente identificados. O sangue foi imediatamente centrifugado a 4000rpm por 10 minutos para separar o plasma do soro, e em seguida coletado duas amostras de aproximadamente 2ml de soro e transferido para tubetes plásticos, ependorff, identificados e congelados a -20°C para posterior análise em laboratório.

A ureia e a glicose foram analisadas por meio de kits comerciais (Labtest®), utilizando métodos colorimétrico através do aparelho leitor de cor espectrofotômetro VIS 600 PLUS FEMTO® (absorbância de 340 e 505 nanômetros respectivamente). A concentração de nitrogênio uréico no soro e na urina foi obtido por meio do produto da concentração de ureia multiplicada por 0,466, correspondente ao teor de nitrogênio na ureia.

#### *Análise estatística*

Os dados referentes às excreções urinárias, síntese de proteína microbiana e balanço de nitrogênio foram submetidos à análise de variância e de regressão, utilizando o Software RStudio 2018 (versão 3.5.1). A escolha do melhor modelo foi com base no coeficiente de determinação e na significância observada a 5% de probabilidade.

O modelo estatístico utilizado foi o seguinte:

$$\hat{Y}_{ijk} = \mu + t_i + v_j + p_k + e_{ijk}$$

Em que:  $\hat{Y}_{ijk}$  = valor observado para a variável em estudo, na vaca j, submetida ao tratamento i, no período k;

$\mu$  = média geral para a variável em estudo;

$t_i$  = efeito do tratamento ( $i = 0\%, 33\%, 67\%$  e  $100\%$  de substituição do farelo soja por farelo de girassol);

$v_j$  = efeito do animal j;

$p_k$  = efeito do período ( $k = 1, 2, 3$  e  $4$ );

$e_{ijk}$  = erro aleatório associado a cada observação.

Os dados referentes aos compostos séricos foram dispostos em esquema de parcelas subdivididas, onde os níveis de substituição constituíram as parcelas e os tempos de amostragem as subparcelas. Foram submetidos à análise de variância e de regressão, utilizando o Software RStudio 2018 (versão 3.5.1). A escolha do melhor modelo foi com base no coeficiente de determinação e na significância observada a 5% de probabilidade.

Sendo utilizado o seguinte modelo estatístico:

$$\hat{Y}_{ijk} = \mu + \alpha_i + \delta_{ik} + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \omega_k + e_{ijk}$$

Onde:  $\hat{Y}_{ijk}$  = valor observado para a variável em estudo, no período k, combinando os níveis de substituição i, com os tempos de amostragem j;

$\mu$  = média geral para a variável em estudo;

$\alpha_i$  = efeito da parcela ( $i = 0\%, 33\%, 67\%$  e  $100\%$  de substituição do farelo soja por farelo de girassol);

$\delta_{ik}$  = efeito residual dos tratamentos, caracterizado como componente do erro (a);

$\beta_j$  = efeito das subparcelas ( $j = 0h, 4h$  e  $8h$ , tempos de amostragem);

$(\alpha\beta)_{ij}$  = efeito da interação dos tratamentos i, com os tempos de amostragem j;

$\omega_k$  = efeito dos períodos k, na observação  $\hat{Y}_{ijk}$ ;

$e_{ijk}$  = efeito residual dos tempos de amostragem, caracterizado como componente do erro (b).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O consumo de matéria seca (21,43; 22,22; 21,59 e 22,04 kg/dia) e a produção de leite (26,25; 26,60; 26,22 e 26,41 kg/dia) não apresentaram variação nos diferentes níveis de substituição (0; 33; 67 e 100%) do farelo de soja pelo farelo de girassol.

Os valores referentes às excreções urinárias são apresentados na Tabela 3. O volume urinário estimado pelo indicador metabólico creatinina não apresentou efeito das dietas ( $P>0,05$ ), sendo observado o volume médio estimado de 21,52 L/dia, provavelmente porque não houve diferença significativa no consumo de matéria seca e na produção de leite. De acordo com o NRC (2001), as perdas de água por vacas em lactação ocorrem principalmente pela produção leite, excreção fecal e urinária e em menor proporção através dos processos de transpiração, sendo as perdas através da excreção do leite e das fezes similares, próximas de 30 a 35 % da ingestão de água, enquanto que a perda através da urina próxima à metade das perdas fecais variando de 15 a 21% em vacas lactantes (FERREIRA et al., 2009).

A exigência de água pelos animais, estimado por meio da equação de Murphy et al. (1983), citados pelo NRC (2001), seria em média de 96,04 kg/dia, o que leva a uma estimativa de excreção diária de urina de 14,41 e 20,17 L/dia, para os valores de 15 e 21% das perdas totais de água preconizadas. Portanto, valores próximos aos observados na presente pesquisa, o que credita o indicador creatinina para estimar o volume urinário de vacas em lactação.

Castañeda et al. (2009) verificaram variação no volume urinário de bovinos, porém, sem alterações nas excreções de alantoína e derivados de purina, bem como em relação aos valores observados por Lima et al. (2013), que, trabalhando com bovinos suplementados com torta de girassol em substituição ao farelo de soja, observaram excreções urinária variando de 9,39 a 14,44 L/dia, sem alterar as excreções de derivados de purina. Os valores obtidos neste trabalho estão próximos aos valores observados por Chizzotti et al. (2007), para vacas de média e alta produção (18,54 e 32,6 kg leite/dia, respectivamente), ao trabalharem com vacas em diferentes níveis de produção, evidenciando que produção de leite seria um dos fatores a influenciar na excreção urinária, devido a maior demanda na ingestão de água.

As excreções diárias de creatinina em mg/dia e mg/kg de PV não foram afetadas pelo nível de farelo de girassol nas dietas, cujo valores médios diários foram de 83,73 mg/dia e 14,19 mg/kg PV, respectivamente. A creatina é uma substância sintetizada nos músculos e seu metabólito (a creatinina) pode ser excretado pela urina, em função relativamente constante ao peso vivo do indivíduo (RENNÓ et al., 2000). E no caso de animais adultos, como os utilizados no presente trabalho, a variação na composição corporal é menor e, portanto, a excreção de creatinina em relação ao peso vivo pode se

torna menos variável (LEAL et al., 2007), o que pode não ter influenciado na excreção de creatinina pelos animais.

**Tabela 3.** Volume urinário (VUr), excreção diária de creatinina (CrUr), ácido úrico (AcU), ureia (UUr), nitrogênio uréico (NUUr), alantoína na urina (AlaUr) e no leite (AlaL), derivados de purinas (DPt), purinas absorvidas (Pabs), estimativa de síntese de nitrogênio (Nmí) e proteína (PBMí) microbiana, e eficiência de síntese de proteína microbiana (ESPBmic), de vacas em lactação submetidas a dietas com diferentes proporções de farelo de girassol em substituição ao farelo de soja

Itens	Níveis de farelo de girassol (%)				EPM	Valor <i>P</i>	
	0	33	67	100		L	Q
PVmédio	591,67	586,08	587,13	591,17	4,50	0,970	0,092
VUr, L/dia	21,90	22,55	22,20	19,43	0,73	0,111	0,116
CrUr, mg/dia	83,80	79,77	80,69	90,67	2,95	0,257	0,105
CrUr, mg/kgPV	14,09	13,60	13,73	15,36	0,47	0,207	0,134
AcU, mmol/dia	48,51	61,45	53,28	51,51	2,25	0,961	0,071
UUr, g/dia	314,66	311,05	293,08	264,40	11,99	0,077	0,541
NUUr, g/dia	146,63	144,95	136,58	123,21	5,59	0,077	0,541
AlaUr, mmol/dia	524,45	496,32	504,39	542,35	20,00	0,720	0,395
AlaL, mmol/dia	148,59	161,38	164,82	152,51	12,09	0,833	0,441
DPt, mmol/dia	721,55	719,15	722,49	746,38	23,57	0,643	0,726
ALA/DPt, %	92,89	91,22	92,60	92,81	0,35	0,685	0,148
Pabs, mmol/dia	825,29	822,68	826,61	854,87	28,01	0,643	0,729
Nmí g/dia	519,43	517,78	520,25	538,04	17,63	0,643	0,729
PBMí, g/dia	3246,42	3236,12	3251,58	3362,77	110,18	0,643	0,729
ESPBmic (g/kgNDT)	164,85	172,69	162,84	171,41	6,20	0,829	0,821

EPM – erro padrão da média; *P* – probabilidade; L – efeito linear; Q – efeito quadrático; ns – não significativo

A excreção diária de ácido úrico não apresentou variação ( $P>0,05$ ) de acordo com o nível de substituição do farelo de soja pelo farelo de girassol, obtendo-se média de 53,69 mmol/dia. Chen e Gomes (1992) consideram que a proporção de ácido úrico nos derivados de purinas presentes na urina de bovinos apresenta variação de 15 a 20%, sendo muito constante no mesmo animal, e apresentando variações entre animais. Entretanto, neste experimento essas proporções ficaram entre 6,7 e 8,5%, estando próximas daquelas observadas por Vasconcelos et al. (2010) que, em média, foram de 8,34% de ácido úrico nos derivados de purinas urinários de vacas em lactação.

O excesso de proteína em dietas para vacas lactantes, além de não ser eficientemente utilizado para síntese de proteína microbiana, maiores são a produção de amônia ruminal e a concentração de uréia no soro, assim como também, as perdas de nitrogênio pela urina (PESSOA et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2007). Porém, não foi observado variação ( $P>0,05$ ) para a excreção de ureia urinária em função dos níveis de



substituição de farelo de girassol nas dietas (Tabela 3), evidenciando que não houve excesso de nitrogênio nas dietas utilizadas. Característica essa, justificada pela não influência na quantidade de nitrogênio ingerida (Tabela 4) e confirmada pela não influência ( $P>0,05$ ) no teor de ureia no soro dos animais (Tabela 5).

Chizzotti et al. (2007), trabalhando com vacas de diferentes níveis de produção observaram efeito significativo na excreção de ureia na urina e atribuíram esse fato ao maior consumo de proteína dos animais mais produtivos. Comportamento semelhante também observado por Teixeira et al. (2007), que, embora não tenha ocorrido influência no nível de uréia no soro, obtiveram maiores excreções urinárias de ureia à medida que substituíram a silagem de milho pela casca de café nas dietas de novilhas leiteira. Esses autores, também associaram o aumento na excreção de ureia urinaria ao aumento no consumo de N total.

A substituição do farelo de soja pelo farelo de girassol não influenciou a excreção de nitrogênio uréico na urina ( $P>0,05$ ), apresentando excreção média de 37,84 g/dia para os tratamentos utilizados (Tabela 3). Segundo Pessoa et al. (2009), quanto maior o teor proteico da dieta, maior a produção de amônia e maiores as concentrações de uréia no soro e as perdas nitrogenadas pela urina. Neste caso, a não variação na concentração de nitrogênio uréico excretado na urina, pode estar relacionado a não influência dos tratamentos no consumo de nitrogênio total pelos animais, que apresentou comportamento semelhante (Tabela 4). Broderick et al. (2015), trabalhando com dietas contendo 15 e 17% PB para vacas em lactação, observaram variação de 96 a 161 g/dia, respectivamente, na excreção urinaria de nitrogênio uréico. Já Chizzotti et al. (2007), trabalhando com vacas de alta (32,6 L/dia) e média (18,5 L/dia) produção, obtiveram médias de 179,48 e 111,52 g/dia, para excreção de nitrogênio uréico respectivamente. Resultados esses podendo ser atribuídos a maior exigência em proteína demandada pelos animais para manter a produção leite, ao qual resultaram em maior excreção de compostos nitrogenado via urina.

Os valores de alantoína no leite e na urina não foram influenciados ( $P>0,05$ ) pelos níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de girassol, apresentando médias de 156,83 e 516,88 mmol/dia, respectivamente. Esses valores estão acima dos valores estimados por Vasconcelos et al. (2010), para amostras de leite (12,78 mmol/dia) e urina (416,45 mmol/dia) de vacas alimentadas com subprodutos da soja, e superiores ao reportado por Chizzotti et al. (2007), de 323,70 mmol/dia de alantoína na urina de vacas de alta produção consumindo 3,27 kg/dia de PB. Valores próximos aos encontrados na

presente pesquisa foram relatados por Mutsvangwa et al. (2016), que encontraram médias de 452,4 a 519,7 mmol/dia para vacas alimentadas com dietas contendo 14,9 a 17,5% de PB na MS.

As excreções de derivados de purina totais e purinas absorvidas não foram influenciadas ( $P>0,05$ ) pelos níveis de substituição do farelo de soja por farelo de girassol, apresentando médias de 727,39 e 832,36 mmol/dia, respectivamente. A excreção dos derivados de purina em bovinos é, em sua grande maioria representada pela alantoína, o que foi evidenciado no presente estudo, onde que, a alantoína representou em média, 92,29% das excreções dos derivados de purina total. Resultados semelhantes foram encontrados por Castañeda et al. (2009), Brito et al. (2015) e Paula et al. (2018), que em média, a excreção de alantoína representou 92,01, 94,25, e 89,41%, respectivamente, do total de derivados de purinas excretados na urina de bovinos. Estes valores poderiam sugerir que a excreção de alantoína poderia constituir um bom parâmetro para representar a excreção de derivados de purina em bovinos, visando estimativa da produção microbiana.

O valor médio obtido para a síntese de nitrogênio microbiano e proteína microbiana foram de 532,88 e 3.371,22 g/dia, respectivamente (Tabela 3), não apresentando influência ( $P>0,05$ ) dos níveis de substituição do farelo de soja por farelo de girassol.

A eficiência de síntese de proteína microbiana não foi influenciada ( $P>0,05$ ) pelos níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de girassol apresentando média de 167,95 g/kg de NDT (Tabela 3), valor acima do preconizado pelo NRC (2001), de 130,89 gPBmic/kg de NDT. A síntese de proteína microbiana é dependente da disponibilidade de carboidratos e nitrogênio no rúmen. Dessa maneira, para a maximização do crescimento microbiano deve existir uma sincronização entre a disponibilidade de energia fermentável e o nitrogênio degradável no rúmen (CASTAÑEDA et al., 2009). A maior eficiência microbiana neste estudo pode ser explicada em parte pela boa sincronização nas concentrações de carboidratos não fibrosos e teor de FDN entre as dietas (médias de 39,21 e 34,68%, respectivamente).

Não houve efeito de tratamento ( $P<0,05$ ) no consumo total de nitrogênio e na quantidade de nitrogênio digerido pelos animais (Tabela 4), provavelmente em virtude da similaridade na concentração proteica das dietas utilizadas, que foram elaboradas para serem isoprotéicas.

**Tabela 4.** Consumo, excreção e balanço de nitrogênio, em g/dia, de vacas em lactação submetidas a dietas com diferentes proporções de farelo de girassol em substituição ao farelo de soja

Itens	Níveis de farelo de girassol (%)				EPM	Valor <i>P</i>	
	0	33	67	100		L	Q
N ingerido, (g/dia)	463,55	478,36	448,51	440,37	11,52	0,146	0,443
N digerido, (g/dia)	339,36	353,79	327,65	315,21	9,62	0,102	0,309
N digerido (% do ingerido)	73,03	73,65	72,81	71,74	0,70	0,343	0,444
N fezes, (g/dia)	123,99	124,38	120,67	124,96	3,97	0,973	0,722
N urina, (g/dia)	195,02	192,15	182,71	176,67	5,06	0,128	0,863
N leite, (g/dia)	133,96	139,28	135,03	134,57	4,33	0,758	0,113
N retido, (g/dia)	10,57	22,56	10,10	4,17	6,03	0,466	0,359
N retido (% do ingerido)	0,68	3,48	1,20	0,97	1,30	0,877	0,460

EPM – erro padrão da média; *P* – probabilidade; L – efeito linear; Q – efeito quadrático; ns – não significativo

Não houve efeito ( $P>0,05$ ) na estimativa de digestibilidade do N, apresentando média de 72,81% de aproveitamento do nitrogênio ingerido. As excreções de nitrogênio total nas fezes, na urina e no leite não apresentaram variação de acordo com o nível de utilização do farelo de girassol nas dietas ( $P>0,05$ ), possivelmente, devido à similaridade na quantidade de nitrogênio ingerido com as dietas utilizadas. Gehman e Kononoff (2010) citam que, em situações de excesso de consumo de nitrogênio, a principal via de excreção é a urina. Esses mesmos autores trabalhando com subprodutos do milho na alimentação de vacas em lactação, observaram maiores excreções de nitrogênio via urina em dietas com maior teor de proteína. Bahrami-Yekdangi et al. (2016), trabalhando com redução do nível de proteína na dieta de vacas em lactação, na ordem de 16,4, 15,5 e 14,6% na MS, não verificaram variação nas excreções de nitrogênio no leite e nas fezes, porém, a excreção de nitrogênio na urina diminui linearmente, com valores acima do encontrado nessa pesquisa (341; 348 e 281 g N/dia, respectivamente).

Não houve efeito das dietas sobre o balanço de nitrogênio ( $P>0,05$ ). A não ocorrência de alterações na excreção de nitrogênio via fezes e urina juntamente com as excreções no leite se equilibraram, de modo a não afetar significativamente no balanço de nitrogênio, cujo valor médio foi positivo na ordem de 11,85 g/dia, indicando que houve retenção de proteína no organismo animal, proporcionando condições para que não ocorresse perda de peso nos animais, nem mesmo, queda na produção leite, e que, provavelmente as exigências de proteína nas dietas foram supridas.

Não houve influência das dietas ( $P>0,05$ ) sobre o balanço de nitrogênio retido expresso em porcentagem do N-ingerido. Na dieta com nível de 33% de substituição do farelo de soja pelo farelo de girassol verificou-se menores perdas de nitrogênio, onde, do

total de N-ingrido, foram excretados: 26% de N-fecal, 40,17% de N-urina e 29,12% como N-leite, indicando, numericamente, maior eficiência de utilização no nitrogênio em relação as demais dietas, apesar de não ter o ocorrido influência estatística.

As concentrações séricas de nitrogênio uréico, ureia e glicose, em função do nível de farelo de girassol em substituição ao farelo de soja nas dietas e do tempo de amostragem são apresentadas na Tabela 5. Os teores de nitrogênio uréico no soro tem sido utilizado para obtenção de informações adicionais sobre o perfil da nutrição proteica de ruminantes, envolvendo a resposta metabólica destes animais a determinada dieta (FERREIRA et al., 2009; CHIZZOTTI et al., 2007; CHIZZOTTI et al., 2006). Nesse sentido, a concentração sérica de ureia representa o produto final do metabolismo de nitrogênio, e está relacionada a utilização da proteína bruta da dieta, e se apresentando em maiores concentrações no sangue pode caracterizar ineficiência na utilização da proteína dietética e maiores perdas de energia (ALVES et al., 2010; PESSOA et al., 2009).

Não houve influência estatística das dietas ( $P>0,05$ ) nas concentrações de nitrogênio uréico e uréia no soro, pode-se observar menores concentrações para os animais alimentados com dietas contendo o nível de 100% de substituição do farelo de soja pelo farelo de girassol (Tabela 5). Com relação aos horários de coleta, não houve influência dos horários de coleta ( $P>0,05$ ) na concentração sanguínea de nitrogênio uréico e ureia, porém, maiores concentrações foram observadas, quatro horas após o fornecimento da alimentação. Segundo González (2009), a ureia é um indicador sensível, direto e imediato da ingestão de proteína, de forma que excedentes de proteína na dieta são refletidos por meio da sua concentração no sangue e no leite. Dessa forma, o comportamento observado para a concentração sanguínea de nitrogênio uréico e ureia, 4 horas após o fornecimento da alimentação, pode ser um reflexo do consumo de proteína oriunda da dieta e da sua taxa de digestão.

A concentração de glicose sanguínea não apresentou efeito ( $P>0,05$ ) em função dos tratamentos, porém, foi influenciada pelos tempos de coleta ( $P<0,05$ ), apresentando maiores concentrações séricas (75,22 mg/dL) quatro horas após o fornecimento das dietas e menores concentrações séricas (65,12 mg/dL) oito horas após o fornecimento das dietas. Assim, pode-se relacionar o comportamento dos valores de glicose em função dos horários avaliados, ao consumo da dieta pelos animais. Com o início da ingestão da alimentação após a ordenha da manhã, observou-se aumento dos níveis de glicose sanguínea 4 horas após, provavelmente em função da degradação das frações proteicas, resultando em maiores degradações da matéria seca e consequentemente maior produção

de ácidos graxos no rúmen, em especial de proprionato, principal precursor da gliconeogênese, e em seguida uma diminuição na concentração sanguínea, em função da diminuição na ingestão de alimento (SILVA et al., 2016a). Assim, o comportamento na concentração de glicose sanguínea estaria relacionado de forma direta a produção de seu precursor no rúmen. As médias observadas em todos os tempos de coleta neste experimento, estão de acordo com o intervalo de 49,7 a 78,3 mg/dL para a concentração de glicose sanguínea observada em diversos estudos com vacas leiteiras (RUFINO et al., 2018; AMANLOU et al., 2017; BANRAMI-YEKDANGI et al., 2016; RAZZAGHI et al., 2016; GONZAGA NETO et al., 2015; BARLETA et al., 2012; MARQUES et al., 2011; FREITAS Jr et al., 2010)

**Tabela 6.** Concentrações séricas de N-uréico, ureia e glicose de vacas em lactação submetidas a dietas com diferentes proporções de farelo de girassol em substituição ao farelo de soja

Níveis de farelo de girassol (%)						Valor de <i>P</i>		
Tempo	0	33	67	100	Média	Trat	Hora	Trat x Hora
N-ureico, mg/dL								
0h	15,51	15,90	15,26	12,89	14,89	0,133	0,069	0,404
4h	15,80	17,06	17,63	15,32	16,45			
8h	15,76	15,59	16,42	16,05	15,95			
Média	15,69	16,18	16,44	14,75	15,76			
Ureia, mg/dL								
0h	33,23	34,07	32,70	27,62	31,91	0,133	0,069	0,404
4h	33,85	36,55	37,78	32,83	35,25			
8h	33,76	33,41	35,18	34,38	34,18			
Média	33,62	34,68	35,22	31,61	33,78			
Glicose, mg/dL								
0h	78,89	75,52	67,39	76,63	74,61	0,656	0,016	0,769
4h	76,96	78,68	69,69	75,56	75,22			
8h	65,61	62,98	69,09	62,82	65,12			
Média	73,82	72,39	68,70	71,69	71,65			

Trat – Tratamentos; *P* – probabilidade; ns – não significativo; \* – significativo a 5% de probabilidade.

## CONCLUSÃO

O farelo de girassol pode consistir como principal fonte proteica, substituindo em até 100% o farelo de soja na alimentação de vacas em lactação sem alterar a síntese de proteína microbiana, o balanço de nitrogênio e os níveis séricos de nitrogênio uréico e ureia.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICA

- AGUIAR, A. C. R. et al. Composição do leite de vacas alimentadas com diferentes fontes de compostos nitrogenados. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador - BA, v. 16, n. 3, p. 591-605, 2015.
- ALVES, A. F. et al. Substituição do farelo de soja por farelo de algodão de alta energia em dietas para vacas leiteiras em produção: consumo, digestibilidade dos nutrientes, balanço de nitrogênio e produção de leiteira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 3, p. 532-540, 2010.
- AMANLOU, H.; FARAHANI, T. A.; FARSUMI, N. E. Effects of rumen undegradable protein supplementation on productive performance and indicators of protein and energy metabolism in Holstein fresh cows. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 5, p. 1-13, 2017.
- ANTUNES, A. P. S. **Coprodutos de oleaginosas em dietas para vacas lactantes em pastejo**. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB. Itapetinga-BA, p. 177. 2017.
- BAHRAMI-YEKDANGI, M. et al. Reducing crude protein and rumen degradable protein with a constant concentration of rumen undegradable protein in the diet of dairy cows: Production performance, nutrient digestibility, nitrogen efficiency, and blood metabolites. **Journal Animal Science**, v. 94, p. 718 - 725, 2016.
- BARBOSA, A. M. et al. Efeito do Período de coleta de urina, dos níveis de concentrado e de fontes proteicas sobre a excreção de creatinina, de ureia e de derivados de purina e a produção microbiana em bovinos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 870-877, 2006.
- BARLETA, R. V. et al. Desempenho e parâmetros sanguíneos de vacas leiteiras alimentadas com grãos de soja. **Archivos de Zootecnia**, v. 61, n. 236, p. 483-992, 2012.
- BETT, V. et al. Digestibilidade in vitro e degradabilidade in situ de diferentes variedades de grãos de girassol (*Helianthus annuus* L.). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 26, n. 4, p. 513-519, 2004.
- BOERO, P. O. et al. Excretion of purine derivatives in cows: endogenous contribution and recovery of exogenous purine bases. **Livestock Production Science**, v. 68, p. 243-250, 2001.
- BRITO, A. F. et al. Interactions of corn meal or molasses with a soybean-sunflower meal mix or flaxseed meal on production, milk fatty acid composition, and nutrient utilization in dairy cows fed grass hay-based diets. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 1, p. 443-457, 2015.

- 1 BRODERICK, G. A.; FACIOLA, A. P.; ARMENTANO, L. E. Replacing dietary soybean  
2 meal with canola meal improves production and efficiency of lactating dairy cows.  
3 **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 8, p. 5672-5687, 2015.
- 4 BROSSILLON, V. et al. Production, milk and plasma fatty acid profile, and nutrient  
5 utilization in Jersey cows fed flaxseed oil and grain with different particle size. **Journal**  
6 **of Dairy Science**, v. 101, n. 3, p. 1-17, 2018.
- 7 CASTAÑEDA, R. D. et al. Substituição de uréia por cloreto de amônio em dietas de  
8 bovinos: digestibilidade, síntese de proteína microbiana, parâmetros ruminais e  
9 sanguíneos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá - PR, v. 31, n. 3, p. 271-277,  
10 2009.
- 11 CETINKAYA, N.; YAMAN, S.; BABER, N. H. O. The use of purine  
12 derivatives/creatinine ratio in spot urine samples as an index of microbial protein supply  
13 in Yerli kara crossbred cattle. **Livestock Science**, v. 100, p. 91-98, 2006.
- 14 CHEN, X. B.; GOMES, M. J. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle  
15 based on urinary excretion of purine derivatives - an overview of technical details.  
16 **Aberdeen: Rowett Research Institute**, International Feed Research Unit , 1992. 1-21.
- 17 CHIZZOTTI, M. L. et al. Consumo, digestibilidade e excreção de uréia e derivados de  
18 purinas em novilhas de diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p.  
19 1813-1821, 2006.
- 20 CHIZZOTTI, M. L. et al. Consumo, digestibilidade e excreção de uréia e derivados de  
21 purinas em vacas de diferentes níveis de produção de leite. **Revista Brasileira de**  
22 **Zootecnia**, v. 36, n. 1, p. 138-146, 2007.
- 23 CHIZZOTTI, M. L. et al. Determination of creatinine excretion and evaluation of spot  
24 urine sampling in Holstein cattle. **Livestock Science**, v. 113, p. 218-225, 2008.
- 25 CLEEF, E. H. C. B. V. et al. Consumo e digestibilidade de dietas contendo fontes  
26 energéticas associadas ao farelo de girassol ou ureia em novilhos confinados. **Acta**  
27 **Scientiarum. Animal Science**, Maringá - PR, v. 33, n. 2, p. 163-168, 2011.
- 28 CLEEF, E. H. C. B. V. et al. Fontes Energéticas associadas ao farelo de girassol ou à ureia  
29 em dietas para novilhos. **Archivos de Zootecnia**, v. 61, n. 235, p. 415-423, 2012.
- 30 DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; VALDARES FILHO, S. C. **Métodos para análises de**  
31 **alimentos**. 1. ed. Visconde do Rio Branco - MG, Brasil: Suprema, 2012.
- 32 FERREIRA, M. A. et al. Síntese de proteína microbiana e concentrações de uréia em  
33 vacas alimentadas com dietas à base de palma forrageira e diferentes volumosos. **Revista**  
34 **Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 1, p. 159-165, 2009.

- 1 FREITAS JR, J. E. et al. Parâmetros sanguíneos de vacas leiteiras suplementadas com  
2 diferentes fontes de gordura. **Ciência Animal**, Santa Maria - RS, v. 40, n. 4, p. 950-956,  
3 2010.
- 4 GARCIA, J. A. S. et al. Desempenho de bovinos leiteiros em fase de crescimento  
5 alimentados com farelo de girassol. **Ciência Animal Brasileira**, v. 7, n. 3, p. 223-233,  
6 2006.
- 7 GEHMAN, A. M.; KONONOFF, P. J. Nitrogen utilization, nutrient digestibility, and  
8 excretion of purine derivatives in dairy cattle consuming rations containing corn milling  
9 co-products. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n. 8, p. 3641-3651, 2010.
- 10 GOES, R. H. T. B. et al. Degradabilidade ruminal de matéria seca e proteína bruta, e  
11 tempo de colonização microbiana de oleaginosas, utilizadas na alimentação de ovinos.  
12 **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá - PR, v. 33, n. 4, p. 373-378, 2011.
- 13 GONZAGA NETO, S. O. R. L. et al. Milk Production, intake, digestion, blood  
14 parameters, and ingestive behavior fo cows supplemented with by-products from the  
15 biodisel industry. **Tropical Animal Heath Production**, v. 45, p. 191-200, 2015.
- 16 GONZÁLEZ, F. T. D. Ferramentas de diagnóstico e monitoramento das doenças  
17 metabólicas. **Ciência Animal**, v. 1, p. 1-22, 2009.
- 18 LEAL, T. L. et al. Variações diárias nas excreções de creatinina e derivados de purinas  
19 em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 896-904, 2007.
- 20 LIMA, H. L. et al. Nitrogenous compounds balance and microbial protein synthesis in  
21 steers supplemented with sunflower crushed in partial replacement of soybean meal. **Acta**  
22 **Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá - PR, v. 35, n. 3, p. 281-288, 2013.
- 23 LOMBARDI, L. et al. Características de carcaça de cordeiros terminados em  
24 confinamento recebendo silagem de grãos de milho puro ou com adição de girassol ou  
25 ureia. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá - PR, v. 32, n. 3, p. 263-269, 2010.
- 26 MARQUES, L. T. et al. Produção leiteira, composição do leite e perfil bioquímico  
27 sanguíneo de vacas lactantes sob suplementação com sal aniônico. **Revista Brasileira de**  
28 **Zootecnia**, v. 40, n. 5, p. 1088-1094, 2011.
- 29 MENDONÇA, S. S. et al. Estimação da produção de proteína microbiana em ruminantes  
30 baseada nas excreções de derivados de purina. **Revista Portuguesa de Ciências**  
31 **Veterinárias**, v. 101, p. 181-186, 2006.
- 32 MOLINA, P. C. **Desempenho e parâmetros do metabolismo protéico de bovinos**  
33 **criados a pasto e suplementadas no período da seca com ureia convencional e/ou**  
34 **ureia de liberação lenta**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal  
35 de Minas Gerais - UFMG. Belo Horizonte - MG, p. 62. 2012.



- 1 MUTSVANGWA, T. et al. Effects of dietary crude protein and rumen-degradable protein  
2 concentrations on urea recycling, nitrogen balance, omasal nutrient flow, and milk  
3 production in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 8, p. 1-13, 2016.
- 4 NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requeriments of dairy cattle**.  
5 7. ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 2001. 381 p.
- 6 OLIVEIRA, M. D. S. et al. Composição bromatológica e digestibilidade ruminal in vitro  
7 de concentrados contendo diferentes níveis de torta de girassol. **Ciência Animal**  
8 **Brasileira**, v. 8, n. 4, p. 629 - 638, 2007.
- 9 OLIVEIRA, R. L. et al. Alimentos alternativos na dieta de ruminantes. **Revista Científica**  
10 **de Produção Animal**, v. 15, n. 2, p. 141 - 163, 2013.
- 11 PAULA, E. M. et al. Effects of replacing soybean meal with canola meal or treated canola  
12 meal on ruminal digestion, omasal nutrient flow, and performance in lactating dairy cows.  
13 **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 1, p. 328-339, 2018.
- 14 PEREIRA, E. S. et al. Torta de girassol em rações de vacas em lactação: produção  
15 microbiana, produção, composição e perfil de ácidos graxos do leite. **Acta Scientiarum**.  
16 **Animal Sciences**, v. 33, n. 4, p. 387-394, 2011.
- 17 PESSOA, R. A. S. et al. Balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína  
18 microbiana em novilhas leiteiras alimentadas com palma forrageira, bagaço de cana-de-  
19 açúcar e uréia associados a diferentes suplementos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.  
20 38, n. 5, p. 941-947, 2009.
- 21 RAZZAGHI, A. et al. Effect of dietary sugar concentration and sunflower seed  
22 supplementation on lactation performance, ruminal fermentation, milk fatty acid profile,  
23 and blood metabolites of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 5, p. 1-10, 2016.
- 24 RENNÓ, L. N. et al. Concentração plasmática de ureia e excreção de ureia e creatinina  
25 em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 4, p. 1235-1243, 2000.
- 26 RSTUDIO, C. T. A language and environment for statistical computing. **R Foundation**  
27 **for Statistical Computing**, Viena, Austria, 2018. Disponível em: <[https://www.R-](https://www.R-project.org/)  
28 [project.org/](https://www.R-project.org/)>.
- 29 RUFINO, M. O. A. et al. Energy balance in grazing Jersey cows in early lactation  
30 supplemented with peanut and sunflower oils. **Tropical Animal Health and Production**,  
31 v. 50, p. 1065-1070, 2018.
- 32 SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos (Métodos químicos e biológicos)**.  
33 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2002. 178 p.
- 34 SILVA, J. A. et al. Parâmetros sanguíneos de vacas leiteiras mantidas em pasto  
35 suplementadas com diferentes fontes proteicas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção**  
36 **Animal**, Salvador - BA, v. 17, n. 2, p. 174-185, 2016a.

- 1 SNIFFEN, C. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets:  
2 II. Carbohydrate and protein availability. **Journal Animal Science**, v. 70, n. 11, p. 3562-  
3 3577, 1992.
- 4 SOUZA, A. L. et al. Casca de café em dietas para vacas em lactação: balanço de  
5 compostos nitrogenados e síntese de proteína microbiana. **Revista Brasileira de**  
6 **Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1860-1865, 2006.
- 7 TEIXEIRA, R. M. A. et al. Balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína  
8 microbiana em novilhas leiteiras alimentadas com casca de café em substituição à silagem  
9 de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1691-1698, 2007.
- 10 VALADARES, R. F. D. et al. Effect of replacing alfalfa silage with high moisture corn  
11 on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal**  
12 **of Dairy Science**, v. 82, n. 12, p. 2686-2696, 1999.
- 13 VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral  
14 detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of**  
15 **Dairy Science**, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.
- 16 VASCONCELOS, A. M. et al. Parâmetros ruminais, balanço de compostos nitrogenados  
17 e produção microbiana de vacas alimentadas com soja e seus subprodutos. **Revista**  
18 **Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 2, p. 425-433, 2010.
- 19 WEISS, W. P. **Energy prediction equations for ruminant feeds**. CORNELL  
20 NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS. Ithaca: Cornell  
21 University. 1999. p. 176-185.

22

